

## La memoria: bases fundamentales

**Roser Fernández-Olaria**  
Fundación Aura, Barcelona

**Jesús Flórez**  
Fundación Síndrome de Down de Cantabria  
Fundación Iberoamericana Down21

### Sumario

1. Aspectos conceptuales
2. Formas de memoria
  - 2.1. *Memoria a corto plazo. Memoria operativa (working memory)*
  - 2.2. *Memoria a largo plazo*
3. Neuroanatomía de la memoria
  - 3.1. *La organización de la memoria y el conocimiento*
  - 3.2. *La función del lóbulo temporal medial*

Recuadro I

Bibliografía

### 1. Aspectos conceptuales

Desde un punto de vista neuropsicológico se define la memoria como una función neurocognitiva que permite registrar, codificar, consolidar, retener, almacenar, recuperar y evocar la información previamente almacenada (Flórez, 1999). Mientras que el aprendizaje es la capacidad para adquirir nueva información, la memoria es la capacidad para retener la información aprendida de modo que pueda ser evocada. De esta definición de memoria se desprende que existen multitud de procesos necesarios para que el funcionamiento de la memoria sea óptimo, así como también son necesarias varias estructuras neurales tanto corticales como subcorticales que fundamentan y sustentan esos procesos. En efecto, puesto que la memoria es una función supramodal, no unitaria, depende del funcionamiento integrado de numerosos circuitos que se localizan en distintas estructuras del sistema nervioso central.

La memoria es un elemento fundamental del desarrollo cognoscitivo de la misma manera que lo son la percepción, la atención, el razonamiento o el lenguaje (Anderson, 1990; Howes, 1990). No es fácil precisar la etapa en que se inicia el desarrollo de la memoria; se cree que, coincidiendo con el desarrollo del lenguaje, la memoria empieza a organizar y a almacenar datos para que puedan ser después recuperados. Percibir de manera selectiva, razonar, clasificar y en general avanzar hacia conceptos más complejos son procesos que se dan junto con la maduración del cerebro, y las bases neurales que la sustentan, y la iniciación de los procesos de memoria, como ocurre también con el desarrollo de los demás procesos cognoscitivos.

### 2. Formas de memoria

A lo largo de la historia del estudio científico de la memoria, unos teóricos han acentuado sus aspectos estructurales, otros los procesos mnésicos implicados y otros los sistemas diferentes de memoria que existen en el cerebro humano (Atkinson

y Shiffrin, 1968; Craik y Lockhart, 1975; Squire, 1987, 1992, 2009; Roediger, 1990; Tulving y Schacter, 1994).

El *modelo modal* o multi-almacén de Atkinson y Shiffrin (1968) que ha sido uno de los más conocidos e influyentes para explicar el funcionamiento de la memoria. Su modelo entendía la memoria desde una concepción *estructural*, como una estructura que almacena información y la recupera cuando es necesario. El modelo modal o estructural proponía que el procesamiento de la información se produce de una manera secuencial a lo largo de tres estructuras: a) el almacén sensorial, b) el almacén a corto plazo o memoria a corto plazo, y c) el almacén a largo plazo o memoria a largo plazo.

Hablamos de *memoria sensorial* para referirnos a almacenes de gran capacidad y duración muy limitada en los que se retiene brevisísimamente información sensorial (fracciones de segundo) que llega en paralelo a partir de diversas modalidades sensoriales, por ello se le llama modal. Se trata de un tipo de memoria muy próxima a la percepción. Las memorias sensoriales más estudiadas hasta el momento han sido la visual o memoria icónica y la auditiva o memoria ecoica, y tienen la función de almacenar rápidamente toda la información posible en bruto para que esté disponible para su procesamiento posterior. Lo que no queda en el almacén sensorial, se pierde irremediabilmente.

Dedicaremos una mayor atención a los otros dos tipos de memoria: la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo.

### **2.1. Memoria a corto plazo. Memoria operativa (*working memory*)**

En la *memoria a corto plazo*, una fracción de la información pasa del almacén sensorial a esta nueva estructura llamada almacén a corto plazo o memoria a corto plazo, donde se evalúa si la información es pertinente y si vale la pena enviarla al almacén más permanente (almacén a largo plazo). Por tanto, tiene como funciones la retención, el procesamiento y la consolidación de la información. Este tipo de memoria, según el modelo modal, tiene una capacidad limitada ya que sólo puede guardar hasta 7 unidades de información (letras, palabras, números, etc.) y su duración es limitada. La información se estructura mediante procesos diversos de codificación que pueden ser verbales, visuales, semánticos, etc.

El modelo estructural de memoria concedía gran importancia al almacén de memoria a corto plazo o estructura de memoria que sirve para mantener activa la información unos cuantos segundos mientras el sistema realiza otras tareas cognitivas. A partir de los modelos estructurales, en la década de los 70 surgieron los modelos *funcionales*, cuyo mayor representante fue el modelo ***working memory*** ideado por Baddeley y Hitch (1974). Su denominación ha sido traducida al español de distintas formas: memoria de trabajo (Navalón et al., 1989), memoria en funcionamiento (Sebastián, 1983) o memoria operativa (Ruíz Vargas, 1991). Nos inclinamos por el término ***memoria operativa***.

La definieron como un sistema de capacidad limitada, que es capaz de almacenar y manipular la información, necesaria para el desempeño de tareas complejas, tales como el *aprendizaje, la comprensión, la resolución de problemas y el razonamiento*. Este modelo se ha convertido en una referencia común en psicología de la memoria y, especialmente, en la psicología cognitiva actual.

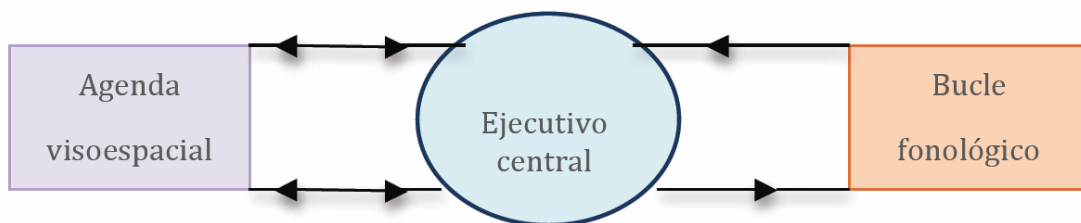
Para algunos autores, memoria a corto plazo y memoria de trabajo u operativa no son

términos equivalentes ya que atribuyen al primero su carácter pasivo y destacan del segundo su carácter activo. Sin embargo, Baddeley (1999) asimila ambos términos considerando que la memoria a corto plazo representa no uno, sino un conjunto complejo de subsistemas interactivos, al cual engloba bajo el término *working memory*. Además, la tendencia actual se inclina a considerar la memoria como un proceso activo y, en este sentido, el constructo que mejor la representa sería el de memoria activa u operativa y al cual nosotros nos acogemos en este capítulo.

El término de **memoria operativa** se aplica a un sistema de capacidad limitada, que es capaz de almacenar y manipular información necesaria para el desempeño de tareas complejas, tales como el aprendizaje, la comprensión, la resolución de problemas y el razonamiento. Desde un punto de vista evolutivo, la memoria operativa se ha considerado como uno de los aspectos claves involucrados en el desarrollo cognitivo y en los procesos de aprendizaje. Por tanto, se entiende como memoria operativa la que se encarga del control y el almacenamiento temporal de la información mientras está siendo procesada en el contexto de tareas cognitivas, especialmente en las más complejas, como el razonamiento, la comprensión lectora o la solución de problemas, gracias al mantenimiento y a la disponibilidad temporal de las informaciones. Se describe, por tanto, un sistema de memoria que permite mantener la información mientras está siendo procesada.

Bajo esta concepción, no es de extrañar que se considere fundamental la memoria operativa en los modelos vigentes sobre el funcionamiento intelectual, hasta el punto de que en las últimas décadas se viene estudiando como factor explicativo de primer orden en importantes campos; por ejemplo, en el *ámbito educativo*, en relación con los determinantes del desarrollo y el aprendizaje y, en el *ámbito clínico*, en relación con el deterioro cognitivo asociado al envejecimiento.

En la propuesta inicial de Baddeley y Hitch (1974), el constructo *working memory* se trataba de un modelo multiunitario cuya estructura podía desglosarse en al menos tres componentes, que incluían dos sistemas subordinados, el *bucle articulatorio o fonológico* y la *agenda visuoespacial*, controlados por un tercer componente, el *ejecutivo central*, componente que puede relacionarse con el *sistema atencional anterior* de Posner (1980) o el de Norman y Shallice (1986).

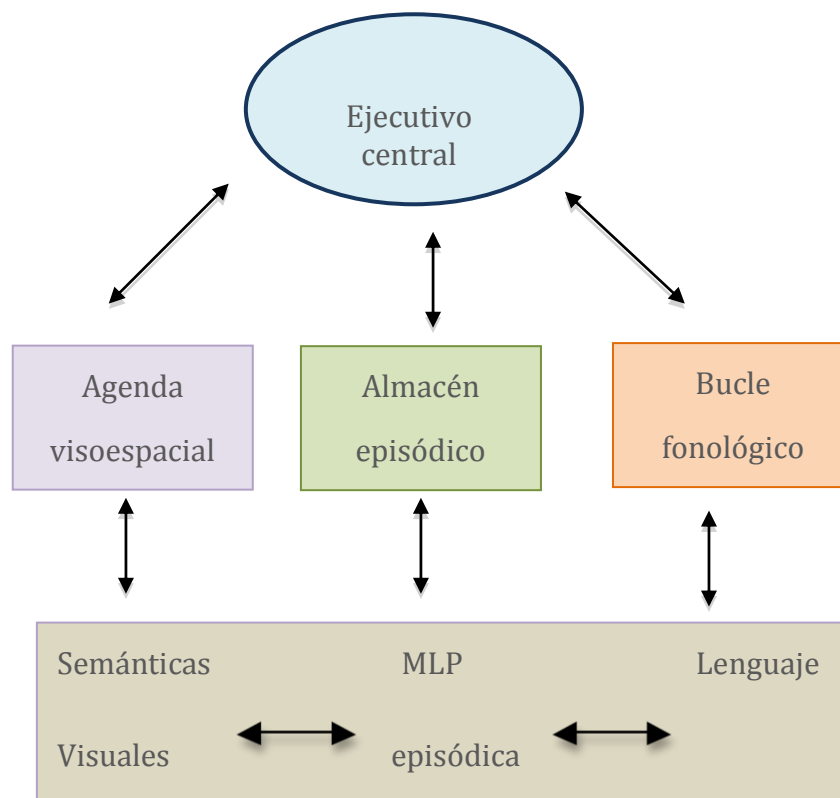


Los dos primeros se diferenciaban entre sí por el tipo de información que procesan, pero también por las características de su operación. Así pues, estarían especializados en el mantenimiento y manejo de la información verbal y viso-espacial respectivamente; mientras que el ejecutivo central sería el subsistema encargado de controlar y coordinar el funcionamiento de los dos anteriores a través de una capacidad atencional de amplitud limitada.

En concreto, el bucle articulatorio o fonológico cobra especial importancia en la codificación de los aspectos fonético-articulatorios del lenguaje en la memoria operativa. Estaría formado por: a) un componente activo que consiste en un *proceso*

de *control articulatorio* basado en el habla interna o repetición subvocal y que prolonga el mantenimiento del material verbal y, b) un componente pasivo o *almacén fonológico* que es un sistema de almacenamiento con capacidad para retener información de material verbal durante unos segundos. Estos dos subcomponentes del bucle fonológico operan tanto con el lenguaje oral cuando escuchamos hablar, como con el lenguaje escrito que recibimos cuando leemos. Este componente pretende dar una explicación a la importancia de la codificación del lenguaje en la memoria a corto plazo y esto significa que está directamente implicado en procesos tales como el aprendizaje de la lengua oral y escrita, así como en la comprensión del lenguaje y en la adquisición de vocabulario.

Posteriormente Baddeley (2000) propuso un nuevo componente, el almacén episódico (*episodic buffer*), que constituye un subsistema de almacenamiento limitado de información multimodal integrada en escenas, episodios, o modelos mentales.

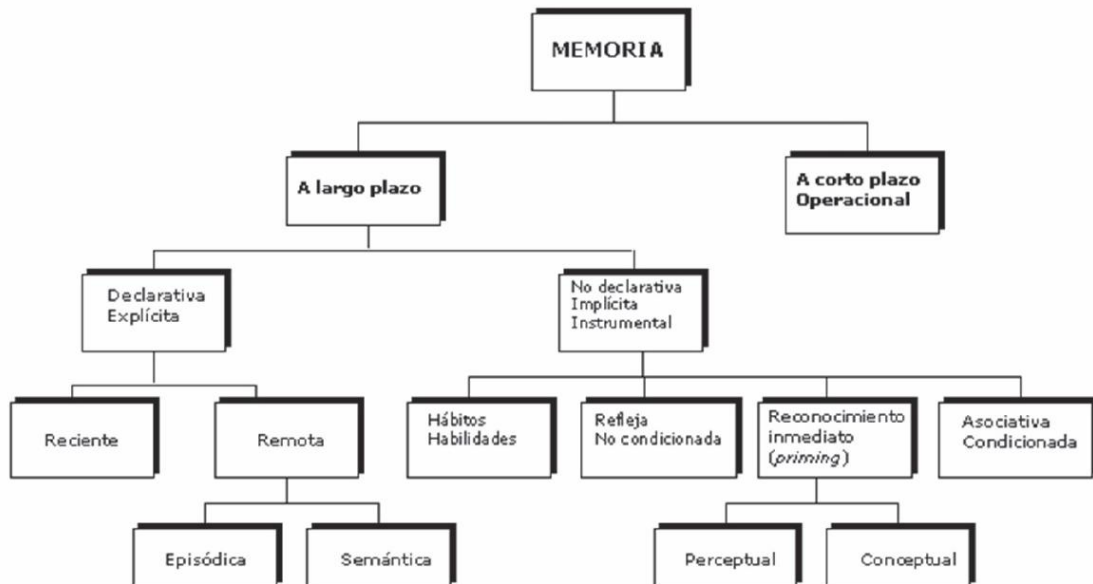


## 2.2. Memoria a largo plazo

Utilizamos el término **memoria a largo plazo** para referirnos a la información que se almacena durante períodos considerables de tiempo, gracias a una codificación, seguida de un almacén organizado de carácter multimodal (semántica, espacial, temporal, afectiva). Facilita el aprendizaje y la consolidación de las informaciones en función de su importancia emocional y su repetición (Ruiz Vargas, 1994). La memoria a largo plazo, según el modelo estructural, tiene una capacidad "casi" ilimitada y la información se guarda indefinidamente. Su función es básicamente retentiva y práctica, puesto que guarda información que es útil siempre. Almacena las propiedades semánticas de los estímulos, preserva también otro tipo de información

(visual, musical, motora, etc.). Se considera como la base de datos en la que se inserta la información a través de la memoria operativa, para poder posteriormente hacer uso de ella.

Existen distintas y variadas clasificaciones de la memoria a largo plazo.



Squire (1992) propone que la memoria se divide, según el tipo de información, en dos grandes sistemas, declarativo o explícito y no declarativo o implícito, cada uno de los cuales incluiría a su vez otras formas de memoria. Por un lado, la *memoria declarativa o explícita* es aquella en la que se almacena información sobre hechos. Contiene información referida al conocimiento sobre el mundo y las experiencias vividas por cada persona (*memoria episódica*), así como información referida al conocimiento general, a conceptos extrapolados de situaciones vividas (*memoria semántica*). Tener en cuenta estas dos subdivisiones de la memoria declarativa es importante para entender de qué modo la información está representada y es recuperada diferencialmente. La distinción inicial entre memoria semántica y episódica la propuso Tulving (1972, 1983) y Tulving y Schacter (1994). Por otro lado, la *memoria procedimental o implícita* sirve para almacenar información acerca de procedimientos y estrategias que permiten interactuar con el medio ambiente, pero que su puesta en marcha tiene lugar de manera inconsciente o automática, resultando prácticamente imposible su verbalización. La memoria procedimental puede considerarse como un sistema de ejecución, implicado en el aprendizaje de distintos tipos de habilidades que no están representadas como información explícita sobre el mundo. Consisten en una serie de repertorios motores (escribir) o estrategias cognitivas (hacer un cálculo) que llevamos a cabo de modo inconsciente.

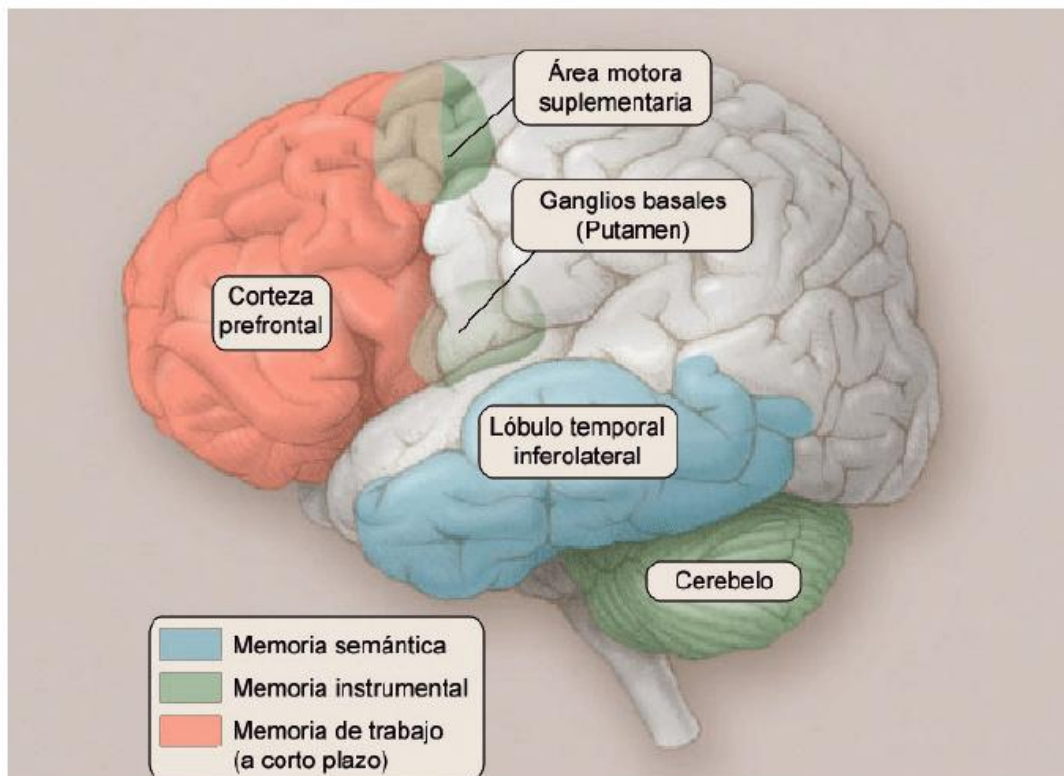
Los innumerables estudios llevados a cabo con personas que tienen alguna alteración en la memoria, conducen a pensar que, aunque la participación cerebral en el proceso de la memoria es muy extensa, las distintas zonas no juegan el mismo papel.

### 3. Neuroanatomía de la memoria

No se puede estudiar la memoria sin relacionarla con el *aprendizaje* que, desde la neurociencia, se entiende como el proceso mediante el cual las experiencias generan

modificaciones en el sistema nervioso del individuo y, consecuentemente, modifican sus formas de conocer y de comportarse. El individuo, a partir de sus experiencias de interacción, avanza en su desarrollo. Dichas experiencias intervienen decisivamente en sus futuras formas de respuesta, se fortalecen determinadas conexiones sinápticas y se crean otras nuevas. Las interconexiones cerebrales a modo de red que se van creando, registran, guardan y recuperan información mediante el aumento de probabilidad de activar una representación similar a la experiencia anterior. De esta forma, lo que se aprende constituye la *memoria*. Por todo ello, la experiencia es necesaria para que ciertas regiones neuronales generen cambios neuroquímicos y estructurales en el sistema nervioso que posibiliten la memoria a largo plazo.

¿Cuáles son los mecanismos neurales que nos permiten recordar nombres, caras, lugares, músicas e incluso ir en bicicleta, aunque esto último sea algo que hagamos muy de vez en cuando? Y ¿cuáles son las estructuras neurales que sustentan todo ese conjunto de memorias en nuestro cerebro? Hoy se sabe que amplias zonas cerebrales, interconectadas mediante redes neuronales con sus múltiples conexiones sinápticas, juegan un rol importante en la memoria (Baddeley et al., 1995; Goldman-Rakic, 1999; Petrides, 2000; Fuster, 2014).



Según Budson y Price, 2005

Además de la intensa investigación experimental con animales que se ha realizado en torno al estudio de la memoria, en los últimos cincuenta años se han llevado a cabo numerosos estudios con pacientes que presentaban alteración en esta función cognitiva debido a una lesión cerebral y, todos ellos, hacen pensar que son varias las estructuras neurales que participan en los procesos de memoria (Aggleton y Brown, 1999; Brown y Aggleton, 2001).

### **3.1. La organización de la memoria y el conocimiento**

Llegados a este punto, es preciso ofrecer una visión actualizada e integrada de cómo se van modelando en el cerebro las percepciones e influencias que van a convertirse en recuerdos y elementos de conocimiento. Para ello, nada mejor que seguir la exposición de Fuster en su libro *Cerebro y Libertad* (2014) con sus mismas palabras. Por ello, hemos seleccionado y reunido en el recuadro 1 un conjunto de párrafos ofrecidos por Fuster con sus propias palabras. Su lectura es fundamental para poder profundizar en los mecanismos por los que se van conformando las unidades de memoria y los elementos de conocimiento, dentro del proceso de integración cerebral. Ello nos ayudará a comprender mejor y entender después las dificultades que encontraremos en el síndrome de Down.

## **RECUADRO 1**

### **Establecimiento y desarrollo de cógnitos**

#### **Joaquín M. Fuster: *Cerebro y libertad*, 2014**

*Cada recuerdo o elemento de conocimiento, a los que llamaremos **cógnito**, (el conocimiento es también memoria, fundamentalmente memoria semántica) se define estructuralmente mediante una red de ensamblajes neuronales de la corteza cerebral que se ha formado en la experiencia vital mediante un proceso de coactivación; es decir, de activación simultánea de redes más pequeñas o de ensamblajes neuronales que representan los rasgos constituyentes de este recuerdo o elemento de conocimiento. En el origen de su formación hay dos principios biofísicos básicos comprobados en la corteza: 1) las células que están en contacto entre sí y se activan conjuntamente fortalecerán sus contactos sinápticos, de tal manera que, 2) más adelante transmitirán impulsos de una a otra con más facilidad que antes. Cuando dos impulsos de entrada ("inputs") convergen al mismo tiempo en la membrana de una neurona de salida ("output"), provocan cambios en esa membrana a fin de reducir el umbral (o sea, facilitación sináptica) para la futura transmisión de cualquier "input" a través de la célula "output". Éste es el fundamento del carácter asociativo de todo recuerdo y conocimiento. Como se ha dicho, "las células que se activan juntas, se cablean juntas".*

*A medida que un recuerdo o un elemento de conocimiento se organiza en el cerebro con la experiencia vital y que proliferan sus vías asociativas, crece en la corteza de asociación donde forman recuerdos y elementos de conocimiento más complejos con lo que se vuelven cada vez más generales y más abstractos. Convergen, a su vez, con otros elementos preexistentes suscitados por estímulos sensoriales, emocionales y viscerales. De este modo, una vez fabricados, encuentran su nicho en una jerarquía cortical que va desde el recuerdo sensorial concreto en la corteza de asociación de rango más inferior, hasta el elemento abstracto de conocimiento que ocupa grandes extensiones de la corteza de asociación superior, donde convergen influencias procedentes de muchas fuentes.*

*Un elemento de conocimiento como es "manzana" consta de una red que, mediante experiencias anteriores, relaciona la representación neuronal de ciertas cualidades sensoriales o semánticas (color, forma, sabor) con una palabra o símbolo. Estas cualidades están representadas en redes más pequeñas, dentro o cerca de las áreas de asociación sensorial. Pero el cógnito "manzana" está interconectado también por la experiencia con elementos parcialmente coincidentes de recuerdo personales (la tienda preferida donde la compra). Conocimiento y memoria están absolutamente*

entremezcladas en la experiencia subjetiva y en la corteza cerebral, no se pueden ni se deben separar. Unas redes que los conforman están alojadas en otras redes de mayor tamaño; p. ej., red "manzana" en red "fruta"; la "tienda" donde la compra se aloja en "experiencias personales" como paseo, compra, vecinos.

De estas consideraciones se deduce que el tamaño y la complejidad de las redes que conforman memorias y elementos de conocimiento, los cógnitos, varían muchísimo. Algunos, como ocurre con en un recuerdo autobiográfico, unen elementos muy diversos que se extienden por varias áreas corticales contiguas o distantes, otros contienen información específica, sensorial o motora, y están circunscritas a áreas corticales pequeñas. De todo ello se pueden entresacar varias deducciones o conclusiones. 1) La absoluta complejidad de la estructura cognitiva de la corteza cerebral. 2) La dificultad de localizar recuerdos o conocimientos en su seno, pues las redes se encuentran muy repartidas, se solapan por confluencias parciales pero minuciosamente entrelazadas, de modo que comparten núdulos reticulares de asociación entre sí. 3) Es inmensa la variedad de "inputs" potenciales que van a nuestros cógnitos y, por tanto, a la libertad de la corteza para elegir entre ellos. La libertad estriba no sólo en la capacidad para seleccionar acciones sino también la capacidad para seleccionar la información que guiará esta acción: libertad, pues, en la percepción y en la acción.

Los estímulos activan de modo concomitante –por asociación– los cógnitos preexistentes (sensoriales, motores o ambos) formados en el pasado por los mismos estímulos u otros similares. De este modo, los estímulos nuevos amplían o, si no, modifican la experiencia vieja; es decir, los nuevos amplían o modifican los viejos. Es así como el conocimiento nuevo complementa, completa o sustituye al viejo.

Para la consolidación de recuerdos en la neocorteza, el hipocampo y demás partes del lóbulo temporal medial –en particular, la amígdala, corteza perirrinal y entorrinal, corteza parahipocampal– desempeñan un papel crucial. Estas estructuras actúan consolidando los recuerdos nuevos y facilitando la recuperación de recuerdos viejos. Sin la amígdala, en concreto, los recuerdos y los conocimientos carecen del poder recuperador y consolidativo del afecto y la emoción.

Un concepto importante a destacar aquí es que el almacenado código cognitivo de conocimiento, así como de memoria, es un código anatómico, definido conforme a relaciones en el espacio cerebral, no un código temporal. Está "escrito" en la corteza mediante fuerzas –conexiones– sinápticas entre neuronas afines. Por lo tanto es un código relacional que se vuelve funcional y se despliega en el tiempo cuando se usa en una función cognitiva como la memoria operativa, la percepción, el lenguaje o la adquisición de más conocimiento. Retenemos conocimiento recuperable en la medida en que nuestros cógnitos "pegan" neuronas con la suficiente fuerza sináptica. Esta fuerza sináptica depende de la solidez con que se formó: es la fuerza sináptica de la red. Y esto depende, a su vez, de la fuerza grabadora de la experiencia que lo formó, incluyendo la prominencia de los estímulos y/o las acciones que suscitaron la experiencia, sus repeticiones y la experiencia emocional.

**Topografía general y jerarquización de los cógnitos.** Aun cuando los cógnitos tienen fronteras difusas, existe un cierto orden topográfico, un cierto patrón impreciso y definido a grandes rasgos que nos permiten identificar, aunque sea de forma aproximada, los dominios corticales de diferentes redes cognitivas en la corteza cerebral humana. Podemos identificar las áreas corticales en las que estas redes presentan la mayor concentración. Esta topografía viene determinada por dos



factores que determinarán el análisis: el origen del cógnito en cuestión y la generalidad o grado de abstracción de la información que contiene.

En la corteza existen dos categorías de memoria en el sentido más amplio de la palabra memoria: la primera categoría se compone de cógnitos perceptuales, repartidos sobre todo por la parte posterior de la corteza (parietal, temporal y occipital). Abarca todos los cógnitos adquiridos mediante los sentidos. Esto incluye todas las experiencias sensoriales y todo lo aprendido a través de ellas: los estudios y las experiencias sociales. En suma, todos los recuerdos y los conocimientos adquiridos con alguno de los cinco sentidos. Se suman y adhieren a los cógnitos propios, innatos, evolutivos, de la memoria filética sensorial

La segunda categoría de memoria consta de los cógnitos ejecutivos: el conocimiento y el recuerdo de acciones, de hacer cosas, adquiridas por el organismo gracias a su experiencia de actuación sobre el entorno y otros seres humanos. Estos cógnitos ejecutivos están distribuidos sobre todo por las partes anteriores, frontales, de la corteza. Se suman y adhieren a la memoria innata, evolutiva, presente en las áreas motoras primarias, a la memoria filética motora.

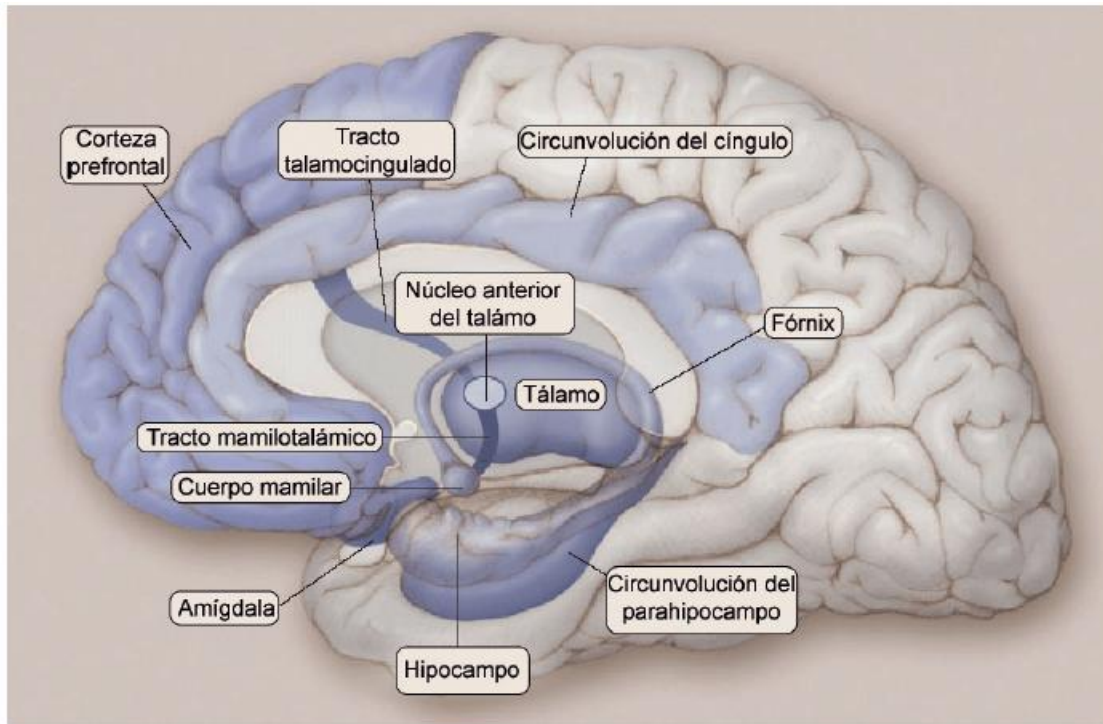
Más allá de las cortezas primarias, el resto de la neocorteza, donde se formará la memoria individual, es la amplísima corteza de asociación: alberga los cógnitos de memoria personal. Al llegar al cerebro de forma simultánea, los estímulos portadores de elementos de conocimiento —tanto perceptual como ejecutivo— y recuerdos nuevos se relacionan de inmediato entre sí y se juntan con los cógnitos ya creados. Por tanto, el conocimiento nuevo entra en la corteza de asociación y encuentra su sitio ahí, donde por afinidad se unirá a redes viejas. Este nuevo conocimiento se consolidará bajo el control e influencia del hipocampo: le marcará su sello; pero el conjunto del proceso de adquisición de conocimiento y memoria será en buena medida autónomo, y tendrá lugar por asociación autoorganizadora. Por supuesto, esta grabación de conocimiento nuevo en redes viejas no se produce siguiendo caminos arbitrarios: siguen tractos de fibras propios de cada modalidad sensorial o motora, que cruzan las redes de la corteza, pasando de un área a otra, de las áreas sensoriales y motoras a las redes superiores, más profusamente interconectadas, de las cortezas de asociación. Hay una profunda interconexión y solapamiento de redes, marcados por sus propios intereses.

El ascenso jerárquico de la formación y depósito de recuerdos en áreas asociativas superiores y más amplias conduce a cógnitos gradualmente más abstractos: desde los que representan sensaciones y movimientos concretos hasta los que representan recuerdos perceptuales, reglas y planes de acción más amplios. Así, pues, en la corteza posterior habrá una paulatina transición: de la memoria perceptual a la memoria unimodal y plurimodal, a la memoria episódica, a la memoria semántica, a conceptos perceptuales y a conocimiento en la corteza de asociación superior. A la inversa, en la corteza frontal, existirá una transición gradual desde la representación de actos motores en la corteza motora hasta la representación de actos definidos por el objetivo y la trayectoria en la corteza premotora. Y además, en la corteza prefrontal, hasta programas y planes de acción así como cógnitos ejecutivos conceptuales, es decir, amplios conceptos de acción con objetivos.

### **3.2. La función del lóbulo temporal medial**

Del conjunto de estructuras relacionadas con la memoria, el papel del hipocampo está siendo objeto de abundante debate actualmente (Nadel y Hardt, 2011); no sólo el hipocampo sino, en general, toda la llamada memoria dependiente del lóbulo temporal

*medial* (LTM). Es ahí donde se encuentra una parte importante del cerebro límbico, concretamente el hipocampo, la amígdala y regiones afines.



Según Budson y Price, 2005

Inicialmente se consideró que el hipocampo representaba contextos espaciales, no semánticos; de ahí su importancia en la memoria visuo-espacial y en la memoria episódica, que necesariamente requieren información contextual. La memoria semántica no exige ese contexto. El hipocampo aportaría una consolidación celular en los cambios estructurales de los engramas, lo que sería necesario para la consolidación de una información recientemente adquirida (al decir recientemente, puede incluir años). Pero una vez bien consolidado el proceso, las memorias más remotas ya no estarían ligadas a la servidumbre hipocampal. Por otra parte, tampoco la memoria a corto plazo y, dentro de ella, la memoria operativa necesitaría la actividad del hipocampo. Es decir, la memoria LTM se referiría exclusivamente a la memoria a largo plazo, preferentemente la episódica, que con el tiempo dejaría de depender del LTM.

Estas ideas parecen verse superadas por el análisis de casos clínicos con lesiones cerebrales, la experimentación animal, y el estudio con técnicas de neuroimagen funcional. En primer lugar, y empezando por uno de los procesos más tempranos dentro de la cascada informativa, la percepción, no se mantiene la idea de separar la percepción de la experiencia ya acumulada. Con otras palabras, y quizá a excepción de las muy tempranas experiencias vitales, la percepción va acompañada casi siempre de experiencias previas que se encuentran acumuladas y previamente comprometidas por la actividad de la memoria LTM; por consiguiente, las estructuras del lóbulo temporal medial no sólo se encuentran funcionando en la memoria a largo plazo sino también en los procesos de la percepción y de la memoria operativa. Dentro del LTM, las distintas partes que lo componen pueden actuar de manera selectiva; sea, por ejemplo, la amígdala para influencias con carácter emocional y afectivo, sea la corteza perirrinal para procesar representaciones de rasgos que

exigen una fina discriminación visual (ver figura anterior).

Igualmente se puede afirmar que la actividad del LTM contribuye a conformar la memoria operativa. La representación y memoria de objetos quedan asegurados más firmemente cuando van acompañados de activación hipocampal. Eso no significa que el LTM intervenga necesariamente en todas las formas de memoria operativa; pero muchas de sus tareas, y en especial las relacionadas con ciertas formas de procesamiento espacial, requieren la participación del hipocampo, así como las relacionadas con la discriminación de objetos requieren la corteza perirrinal. Es decir, visualizamos el papel de los sistemas de memoria más en relación con la naturaleza de las representaciones (espacio, objeto) que con la etapa de memoria (a corto o largo plazo).

De todo lo expuesto podemos obtener algunas conclusiones. En lugar de considerar un cerebro organizado en sistemas separados para percibir y después almacenar los registros de la experiencia, es mejor imaginarlo como una entidad organizada en *sistemas que representan tipos de conocimiento*, y reciben esas representaciones para procesar, almacenar y después utilizar la información. Esto es válido tanto para la memoria episódica como la semántica, la de hábitos como la emocional. En cada uno de estos casos, lo que se ha adquirido es un cierto tipo de información, sean respuestas o emociones, y los sistemas cerebrales que intervienen en cada una de ellas son capaces tanto de procesar como de almacenar esa información.

### **Bibliografía**

- Aggleton JP, Brown MW. Episodic memory, amnesia and the hippocampal-anterior thalamic axis. *Behav Brain Sci* 1999; 22: 425-489.
- Anderson JR. *Cognitive Psychology and its implications*. New York: W.H. Freeman and Co, 1990.
- Atkinson RC, Shiffrin RM. Human memory. A proposed system and its control processes. En Spence KW y Spence JT (Eds). *The Psychology of Learning and Motivation*, vol. 2 (pp. 89-195). New York: Academic Press, 1968.
- Baddeley AD. *Memoria humana. Teoría y práctica*. Madrid: McGraw-Hill, 1999.
- Baddeley AD. The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends Cognit Sci* 2000; 4: 417-423.
- Baddeley AD, Hitch GJ. Working memory. En Bower G. (Ed). *The Psychology of Learning and Motivation* (pp. 47-89). New York: Academic Press, 1974.
- Baddeley AD, Wilson BA, Watts FN. *Handbook of memory disorders*, Sussex: Wiley, 1995.
- Brown MW, Aggleton JP. Recognition memory: What are the roles of the perirhinal cortex and hippocampus? *Nature Rev Neurosci* 2001; 2: 51-61.
- Budson AE, Price BH. Memory dysfunction. *N Eng J Med* 2005; 352: 692-699.
- Craik FI, Lockhart RS. Levels of processing. A framework for memory research. *J Verbal Learn Verbal Behav* 1975; 11: 671-684.
- Flórez J. Bases neurobiológicas del aprendizaje. *Revista Siglo Cero* 1999; 30(3): 9-27.
- Fuster JM. *Cerebro y Libertad: los cimientos cerebrales de nuestra capacidad para elegir*. Editorial Planeta (Ariel), Barcelona 2014.
- Goldman-Rakic PS. The physiological approach: functional architecture of working memory and disordered cognition in schizophrenia. *Biol Psychiat* 1999; 46: 650-661.
- Howes C. Can the age of entry into child care and the quality of child care predict adjustment in kindergarten? *Develop Psychol* 1990; 26: 292-303.

- Nadel L, Hardt O. Update on memory systems and processes. *Neuropsychopharmacol Rev* 2011; 36: 251-273.
- Navalón C, Ato M, Rabadán R. El papel de la memoria de trabajo en la adquisición lectora en niños de habla castellana. *Infancia Aprendizaje* 1989; 45: 85-105.
- Norman DA, Shallice T. Attention to action: willed and automatic control of behavior. En *Consciousness and self-regulation* 1986; 4: 1-18. New York, NY: Plenum Press.
- Petrides M. Dissociable roles of mid-dorsolateral prefrontal and anterior inferotemporal cortex in visual working memory. *J Neurosci* 2000; 20: 7496-7503.
- Posner MI. Orienting of attention. *Quart J Exp Psychol* 1980; 32: 3-25.
- Roediger HL. Implicit memory: Retention without remembering. *Am Psychol* 1990; 45: 1043-1056.
- Ruiz-Vargas JM (1991). *Psicología de la memoria*. Madrid: Alianza Editorial, 1998.
- Ruiz-Vargas JM. *La memoria humana: Función y estructura*. Madrid: Alianza Editorial, 1994.
- Sebastián MV (1983). *Lecturas de Psicología de la memoria*. Madrid: Alianza Editorial, 1991.
- Squire LR. *Memory and brain*. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- Squire LR. Declarative and nondeclarative memory: Multiple brain systems supporting learning and memory. *J Cogn Neurosci* 1992; 4: 232-243.
- Squire LR. Memory and brain systems: 1969-2009. *J Neurosci* 2009; 29: 12711-12716.
- Tulving T. Episodic and Semantic Memory. En Tulving E, Donaldson W (Eds). *Organization of Memory*, Nueva York: 1972.
- Tulving E. *Elements of episodic memory*. Oxford: Oxford University Press, 1983.
- Tulving E, Schacter DL. Priming and human memory systems. *Science* 1994; 247: 301-306.