

MEMORIA Y OLVIDO

Por el Académico de Número
Excmo. Sr. D. José María Segovia de Arana *

PREÁMBULO

Desde siempre la memoria ha sido objeto de la atención de filósofos, sociólogos, psicólogos, médicos, investigadores, etc. por ser un atributo fundamental de la mente humana. Se la describía como una de las potencias del alma, pero se la dejaba a un lado de la investigación científica que se centraba más en la atención, la percepción y el lenguaje. Para estas actividades se iba buscando una localización cerebral, siguiendo los descubrimientos de Broca que en 1861 describió cómo las lesiones que se producían en el lóbulo frontal del lado izquierdo del cerebro producían trastornos específicos del lenguaje. Vendría después la búsqueda afanosa de la localización de diversas funciones mentales que dio lugar a las fantasías de la frenología y a las descripciones de la predisposición a la criminalidad de Lombroso. Se discutía si la memoria era una capacidad mental particular o únicamente la capacidad auxiliar de otros procesos mentales. ¿Es la memoria una función de sistemas específicos del encéfalo?, ¿está localizada en un sitio determinado como la visión, el lenguaje o el olfato?

Durante bastante tiempo muchos psicólogos, principalmente norteamericano se resistían a creer que las investigaciones neurofisiológicas pudieran ser útiles para el estudio de la conducta humana. La llamada escuela conductista centró sus observaciones en el estudio de la conducta de los organismos y su relación con el entorno. Fue el psicólogo canadiense Donald Hebb el que mediante experi-

* Sesión del día 6 de mayo de 2003.

mentos en animales fue describiendo las bases neurofisiológicas del aprendizaje y de la conducta, la transmisión sináptica de los impulsos y sus modificaciones confirmando así las ideas geniales de Cajal.

El primero en demostrar que algunos de los procesos de memoria están localizados en el cerebro fue el neurocirujano canadiense Penfield al operar enfermos con epilepsia temporal. Desde entonces los conocimientos neurofisiológicos han avanzado considerablemente sobre todo en la pasada década del estudio del cerebro patrocinada por el gobierno norteamericano desde 1990. La genética, la biología molecular y las modernas técnicas de diagnóstico de imagen han impulsado considerablemente nuestros conocimientos sobre la memoria y sus bases neurofisiológicas. En la actualidad se están produciendo considerables avances en el conocimiento de las causas y mecanismos de muchas enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer, una demencia con graves alteraciones de la memoria y de la conducta de extraordinaria importancia para la humanidad por los graves y numerosos problemas que plantea.

El propósito de este trabajo es glosar los aspectos más importantes de la memoria y el olvido, factores esenciales de la conducta humana.

INTRODUCCIÓN

«Mandó mi madre por unos de esos bollos, cortos y abultados, que llaman magdalenas, y muy pronto, abrumado por el triste día que había pasado... me llevé a los labios una cucharada de té en el que había echado un trozo de magdalena. En el mismo instante en que aquel trago tocó mi paladar, me estremecí, fija mi atención en algo extraordinario que ocurría en mi interior».

Así empezaba Marcel Proust su famosa novela *En busca del tiempo perdido*. El sabor de la magdalena suscitó un vivo recuerdo de su infancia que volvía después de estar olvidado mucho tiempo. La memoria es difícil de definir. La Academia Española la incluye como «potencia del alma por la cual se retiene y recuerda el pasado». Es un proceso mnésico por el cual se incorporan hechos, acontecimientos, conocimientos, etc. a nuestra mente para ir formando nuestra personalidad. El aprendizaje es parte de este proceso, la entrada de la memoria, la cual a su vez influye sobre el aprendizaje. Al final de la memoria están los recuerdos, es decir, el almacenamiento de lo que se ha percibido, vivido o sentido y que podemos evocar con la activación del recuerdo. Aprendizaje, memoria y recuerdos están estrechamente unidos y con frecuencia se confunden en una terminología común.

La memoria es un proceso dinámico de dos vías: una es el almacenamiento de sensaciones, sentimientos, cosas que hemos percibido, que hemos vivido consciente o inconscientemente. La otra vía es la de la recuperación de los recuerdos que activamos y actualizamos para usarlos en un momento determinado, para vivirlos al lado de otra percepción que extraemos de la realidad del momento en el que nos encontramos.

La memoria es la base de nuestra personalidad. Somos lo que hacemos, lo que decimos, lo que nos pasa. Somos en cada momento la memoria de nosotros mismos.

Digamos inmediatamente que, tanto la incorporación de acontecimientos, hechos, información, etc. a la memoria como la recuperación de los recuerdos pueden ser hechos consciente o inconscientemente. También es cierto que tanto en la incorporación de hechos a la memoria como en la recuperación de recuerdos se asocian estados emocionales de agrado o desagrado más o menos evidentes. También hay que señalar que al incorporarla a nuestra memoria el cerebro cambia, modifica «intencionadamente» la realidad percibida. La información trasladada por la memoria al almacén de los recuerdos no es exactamente la verdadera. Lo mismo ocurre cuando la recuperamos en la rememoración de los recuerdos: lo que se hace patente a la conciencia no es lo mismo que lo que se había guardado. El cerebro nos engaña tanto al percibir la realidad como al recordarla en nuestra memoria.

Clases de memoria. Los organismos animales adaptan su conducta a las condiciones ambientales del medio en que viven. Una parte de esa conducta está determinada genéticamente por las fuerzas selectivas de la evolución pero el modo más importante de adaptación de los seres vivos es el aprendizaje que determina en todo momento la conducta que debe adoptar frente al mundo exterior. El aprendizaje produce modificaciones plásticas en el sistema nervioso con lo que se establecen pautas duraderas en la conducta de los organismos. Lo que aprendemos queda retenido y almacenado en nuestro cerebro a través de la memoria, por lo que hay que considerar como elementos básicos de la vida animal la constitución genética, el aprendizaje y la memoria íntimamente unidos en la conducta y adaptación al medio ambiente.

En el ser humano se han señalado distintos tipos de memoria que esquemáticamente se agrupan en dos grandes apartados: memoria perceptiva y memoria motora. La memoria perceptiva es la que recoge información del medio en que se vive y la incorpora en la memoria a corto plazo para ser usada inmediatamente o bien la guarda en la memoria a largo plazo de forma prolongada, a veces durante

toda la vida del individuo de donde es extraída mediante el recuerdo. La memoria motora comprende el repertorio de actividades motoras de la conducta que en una parte son innatas, condicionadas por la constitución genética pero que en su mayoría han sido aprendidas por la práctica, por la reiteración y el perfeccionamiento progresivo de los movimientos a los fines propuestos (andar, comer, escribir, nadar, conducir un vehículo, etc.).

Dentro de estos dos grandes grupos de memoria se distinguen variedades como son: memoria implícita y memoria explícita. La memoria implícita está formada por los recuerdos inconscientes en que se basan nuestros hábitos tanto perceptivos como motores. Se constituye mediante las formas básicas del aprendizaje filogenéticamente más antiguos (habituación y sensibilización, condicionamientos, aprendizaje motor, etc.) estrechamente ligados a las condiciones particulares de adaptación y supervivencia de cada especie. En el hombre es en estos tipos de memoria implícita donde se forman y se localizan partes muy importantes de los automatismos de todo tipo que sustentan nuestra personalidad, como son la forma de andar, el tono de voz, la gesticulación, manera de reaccionar, etc. Por la memoria implícita reconocemos rápidamente a nuestros familiares y amigos (memoria perceptiva) o conducimos un automóvil una vez aprendida su conducción sin tener que fijarnos mucho en los movimientos necesarios (memoria motora). En este ejemplo hay que considerar la existencia de una primera fase de memoria explícita que con la reiteración llega a convertirse en implícita. El aprendizaje de este tipo de memoria se va haciendo lentamente a través del tiempo.

La memoria explícita está constituida por los recuerdos conscientes aflo- rados de forma deliberada del depósito de la memoria. Es una variante de memoria que se va haciendo a través del aprendizaje relacional que nos suministra información sobre personas, cosas, lugares y circunstancias complejas, utilizando más de un sentido, por varias vías sensoriales que establecen relaciones tanto en el proceso mnésico de información aferente como en el inverso de actualización del correspondiente recuerdo. Tanto el aprendizaje relacional como el recuerdo del mismo tipo son las armas más poderosas y eficaces de la memoria explícita.

Este tipo de memoria se denomina también declarativa y en ella se distinguen variedades como son: memoria episódica, lo que hemos hecho o nos ha sucedido en un momento determinado; memoria semántica que incluye el recuerdo de palabras, relatos, acontecimientos, cosas, ideas, etc. que hemos aprendido y podemos referir y repetir.

Sólo con fines expositivos pueden separarse los dos tipos básicos de memoria, la implícita y la explícita, ya que con frecuencia ambas están unidas y

mezcladas en su dinámica y con influencia recíproca. Los recuerdos o conductas inconscientes implícitas, pueden ser hechas conscientes y tenidas en cuenta por la memoria explícita, que los aprovecha en algún momento, aunque después recuperen su naturaleza implícita. Igualmente, muchos tipos de aprendizaje y de memoria empiezan siendo explícitas, conscientes, para terminar convirtiéndose en implícitas o inconscientes (automáticas) al practicarse reiteradamente como ocurre por ejemplo en la conducción de un automóvil.

Este proceso, muy generalizado, afecta a los dos grandes tipos de memoria la perceptiva y la motora en las diferentes capas o modalidades de las mismas como más tarde veremos, de tal forma que cuanto más se asciende en esa escala más espacio hay para aprendizajes y memorias superiores. Dicho de otra manera, cuanto mayor es la memoria implícita, cuanto mayor es el número de automatismos sobre los que no tenemos que estar atentos, somos más libres para desarrollar una memoria explícita, un pensamiento creador. (No obstante, aun en estas circunstancias, pueden quedar activados segmentos de atención, por ejemplo estar pendientes de las luces de los semáforos cuando se va conduciendo automáticamente y hablando con otra persona).

FORMACIÓN DE LA MEMORIA

La formación de la memoria no se hace de manera instantánea al recibir la información. Es un proceso complejo en el que se distinguen dos estadios: la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo. La de corto plazo es una memoria inmediata que retiene durante muy poco tiempo (segundos o minutos) los estímulos que acaban de ser recibidos. Un ejemplo es el número de un teléfono que lo recordamos en tanto lo estamos marcando, a no ser que lo hayamos marcado muchas veces y lo hayamos incluido en la memoria a largo plazo. Ésta almacena una gran cantidad durante mucho tiempo, a veces durante toda la vida. El aprender, con el estudio habitual, es un intento de incorporar lo aprendido a la memoria de largo plazo. El paso de una información determinada desde la memoria de corto plazo a la de largo plazo constituye la llamada «consolidación de la memoria», que es un proceso gradual que va estabilizando, mediante la repetida evocación de la información almacenada, dicha memoria.

Las formas de aprendizaje son diversas y complejas la mayoría de las veces, entremezcladas y coordinadas unas con otras. En la memoria implícita se produce un aprendizaje no asociativo, es decir, que no requiere asociación de estímulos o la asociación de un estímulo con respuestas del organismo. Las formas más

importantes de esta modalidad son la habituación (disminución progresiva de una respuesta ante estímulos reiterados), la sensibilización que consiste en la intensificación de una respuesta refleja ante estímulos moderados diferentes, precedidos de otros intensos o nocivos (correspondería al refrán de «el gato escaldado del agua fría huye»), o el condicionamiento (el clásico reflejo de Pawlov) o condicionamiento instrumental (asociación entre una conducta y un refuerzo generalmente placentero).

En la memoria explícita o declarativa el aprendizaje es principalmente relacional con asociación de la información que se quiere incorporar con otro estímulo concomitante. Tanto la adquisición como la evocación de este tipo de memoria constituyen fenómenos esencialmente asociativos.

Las «memorias» (la información almacenada) no son permanentemente estables y suelen cambiar con el tiempo y con las circunstancias. Ya se ha referido el poder relacional, el aumento del poder mnésico para una determinada memoria por su asociación con otros estímulos. El recuerdo puede hacerse evidente, actualizarse de una manera instantánea, automática, como en las memorias implícitas. Pero lo más corriente es que sea activado y reconstruido de forma voluntaria, ayudado con frecuencia por la asociación con otros recuerdos o mediante elementos sensoriales o perceptivos como imágenes o sonidos que pueden ser decisivos en la evocación de un determinado recuerdo. Los sabores y olores tienen en ocasiones un extraordinario poder evocador de memorias remotas.

BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE LA MEMORIA

Hasta mediados del siglo xx se dudaba que las funciones mnésicas se localizaran en regiones específicas del encéfalo. Se había conocido desde un siglo antes, con Broca en 1861, que existía una zona del cerebro donde se localizaba el lenguaje y que estaba situado en la parte posterior del lóbulo frontal en el hemisferio izquierdo (área de Broca). Desde entonces se buscó también la posible localización de la memoria. Los avances de la experimentación animal, la neurocirugía, la biología molecular y las modernas técnicas de diagnóstico de imagen (resonancia nuclear magnética y tomografía de emisión de positrones), han demostrado que la memoria implica a muchas regiones del cerebro, aunque para las diferentes clases de memoria ciertas regiones son más importantes que otras. Las vías y el almacenamiento de la memoria se hace en diversos sistemas neurales.

Un neurocirujano canadiense, Wilder Penfield, fue el primero en demostrar que en el ser humano los procesos de la memoria están localizados. En 1940

Penfield empezó a utilizar métodos de estimulación eléctrica en la corteza cerebral de enfermos a los que operaba de epilepsia focal. Como el cerebro es indoloro podían ser intervenidos con anestesia local y durante la intervención con el enfermo despierto, observar las reacciones de éste a los estímulos de diversas áreas corticales. Repetía en el hombre los experimentos de Charles Sherrington el gran neurofisiólogo inglés que a comienzos de siglo había realizado estimulación eléctrica en el cerebro de monos anestesiados localmente, registrando mediante electrodos la actividad de diversas áreas corticales. Aunque en la estimulación eléctrica de la región frontal algunos pacientes describían algo parecido a un recuerdo los experimentos no fueron concluyentes hasta que una colaboradora de Penfield, Brenda Milner, hizo un descubrimiento importante en alguno de los enfermos operados por Penfield, a los que por padecer un tipo muy grave de epilepsia motora, que no respondía a los medicamentos y que estaban producidos por focos epileptógenos localizados en los lóbulos temporales, les extirpó parte de dichos lóbulos junto con unas estructuras anexas denominada hipocampo. Los enfermos operados mejoraron de su epilepsia, que ya podían responder a la medicación, pero presentaban trastornos de la memoria de un tipo muy peculiar. El paciente mejor estudiado, que se ha hecho célebre en la literatura médica era un individuo de 27 años llamado H. M. que llevaba 10 años padeciendo crisis epilépticas motoras intratables con los diferentes medicamentos antiepilépticos. Tras la intervención H. M. pudo controlar sus crisis con la medicación, pero perdió la capacidad de formar memorias a largo plazo, aunque conservaba la memoria de lo que le había ocurrido antes de la intervención quirúrgica. También mantenía intacta la memoria a corto plazo que dura segundos o minutos pero no podía convertirla en la memoria de larga duración. H. M. no reconocía a las personas que acababa de conocer si se encontraba con ellas minutos más tarde de haberlas dejado de ver. También tenía grandes dificultades con la orientación espacial.

Estas observaciones fueron el comienzo de nuevas investigaciones sobre localización de tipos de memoria cuya síntesis es la siguiente:

La memoria explícita codifica información sobre acontecimientos autobiográficos así como conocimientos de hechos acaecidos. Estas memorias pueden recordarse por un acto voluntario de evocación. Diversas observaciones en sujetos con traumatismo en los lóbulos temporales, sustentan que es aquí donde se localiza este tipo de memoria. No son capaces de incorporar nuevas memorias declarativas o explícitas después del traumatismo aunque sí pueden recordar acontecimientos anteriores al mismo, que habiendo estado localizados en los lóbulos temporales (concretamente en el lóbulo temporal medial que incluye el hipocampo y estructuras próximas) habían sido transferidas a otras áreas cerebrales para su conservación permanente.

Parece que el hipocampo es sólo un depósito temporal de la memoria a largo plazo que transfiere la información aprendida a otras áreas de la corteza cerebral para su almacenamiento duradero.

Hay que señalar dos hechos importantes: *a)* el hipocampo es también la estación donde se elaboran sentimientos y emociones que se mezclan con los estímulos sensoriales aferentes antes de llegar éstos a las correspondientes áreas corticales de reconocimiento, una vez modulado emocionalmente. La estación en el hipocampo sensibiliza a las memorias humanas afectivamente.

El otro aspecto es que la información de la memoria explícita, declarativa, que se introduce en el proceso mnésico, no refleja la auténtica realidad exterior, sino que es la realidad manipulada, modificada, transformada, por nuestro cerebro «a su conveniencia». El cerebro vela por nosotros, nos engaña. La memoria explícita de acontecimientos vividos, observados personalmente son una creación o, mejor dicho, una recreación de nuestro cerebro que realiza un proceso de síntesis o reconstrucción de la realidad. La percepción sensorial en sí misma, no es un registro fiel del mundo externo, es una interpretación que hacemos del mismo, no sólo desde nuestro particular punto de vista, sino también desde el condicionamiento de nuestras experiencias anteriores, es decir, desde nuestra propia historia. Lo mismo ocurre cuando activamos el recuerdo de la memoria explícita. Lo que recuperamos del almacén de la memoria también es transformado y no es exactamente lo que se guardó en tiempo. Recordar es un proceso en el que las representaciones de experiencias pasadas (los recuerdos almacenados) se utilizan como señales que sirven al cerebro para reconstruir un acontecimiento pasado, teñido siempre, de alguna manera, por la conveniencia y la realidad personal del momento.

Se han descrito también localizaciones de otros tipos de memoria. Las lesiones de unas estructuras nerviosas del hipocampo, las denominadas amígdalas, interfieren con las respuestas de miedo condicionadas e igualmente las lesiones del cerebelo afectan a distintas formas de aprendizaje motor.

Los conocimientos actuales sobre las bases neurológicas de la memoria pueden afirmar los dos principios siguientes:

1. La memoria explícita tiene fases. Una primera de almacenamiento de la información a corto plazo, que es limitada a un número, poco más de una decena de elementos que dura sólo unos minutos, si no hay repetición. Una segunda fase es la constituida por la memoria a largo plazo.

Un sistema de búsqueda y recuperación, busca en el almacén de memorias y la actualiza para poder disponer de la información para tareas específicas.

La recuperación de la memoria puede alterarse bien por destrucción de los contenidos de un almacén de memoria o por la interrupción o deterioro temporal y del mecanismo de búsqueda y recuperación. En el primer caso, la pérdida de la memoria es completa y ahí definitiva. En el segundo, la memoria puede recuperarse si se reparan los mecanismos de búsqueda y recuperación.

2. La memoria se localiza en diferentes lugares de todo el sistema nervioso, pero no todas las regiones del cerebro participan por igual en el proceso de almacenamiento y recuperación de las memorias. El hipocampo y el cerebelo desempeñan un papel esencial en la memoria explícita e implícita respectivamente. El problema es conocer si estas estructuras son el depósito físico de la memoria o si más bien son lugares indispensables para el almacenamiento de las mismas en otros lugares o para su desciframiento.

MECANISMOS CELULARES DEL APRENDIZAJE Y DE LA MEMORIA

El aprendizaje, lo mismo que cualquier otra actividad del cerebro, altera la estructura y la función de las células nerviosas y de sus conexiones. Por estudios experimentales en organismos animales simples (por ejemplo *Aplysia*), se ha visto que la habituación implica la depresión de la transmisión sináptica y que la sensibilización, por el contrario, la aumenta.

La activación produce en las neuronas facilitadoras una mayor liberación del neurotransmisor serotonina que activa los receptores unidos a una proteína acoplada a la GTP que activa el ciclo celular en las neuronas sensoriales.

La diferencia entre los dos tipos de memoria, a corto y largo plazo, se ha visto en experimentación animal. Usando inhibidores de la síntesis de proteínas, se bloquea selectivamente la memoria a largo plazo, sin afectar a la memoria de corto plazo. Los genes y las proteínas que éstos elaboran no están implicados en la facilitación de la memoria a corto plazo pero son necesarios para la modalidad de largo plazo. En estos casos, la proteína NASA activada por la serotonina se traslada al núcleo de las neuronas sensoriales donde pone en marcha genes que producen proteínas. Éstas, entre otras acciones, producen el crecimiento de las conexiones sinápticas. En animales entrenados por estímulos repetidos (sensibilización), aumenta el número de terminales sinápticas de las neuronas sensoriales con el

correspondiente aumento del número de dendritas de las neuronas motoras (esto no ocurre en la sensibilización a corto plazo). En la habituación a largo plazo ocurre lo contrario: pérdida de conexiones sinápticas entre las neuronas sensoriales y motoras.

Desde el punto de vista motor se han estudiado los cambios producidos por el aprendizaje en el mapa somatotópico de monos. Se encuentran modificaciones de las áreas motoras de dichos mapas de acuerdo con la actividad desarrollada por los miembros representados. Se describe el ejemplo de monos obligados a comer con los tres dedos centrales de la mano. Después de varios miles de ensayos el área cortical dedicada a los dedos centrales creció tremendamente. La práctica puede actuar en los patrones de las conexiones existentes y en el fortalecimiento de su efectividad. Los cambios en el mapa somatotópico producido por el aprendizaje pueden contribuir a la expresión biológica de la individualidad.

ADQUISICIÓN DE LA MEMORIA

Gracias a las investigaciones en monos sabemos que la memoria está distribuida en amplias redes corticales. Las fibras (los axones de las neuronas) están conectados a través de sinapsas. Cuando se producen dos estímulos simultáneos, éstos se proyectan en sus respectivas áreas de representación. Posteriormente la activación de uno de los estímulos evocará la representación del otro. Entre la periferia y el cuerpo neuronal no hay vías únicas, independientes ya que están conectadas con otras neuronas. Cualquier neurona o grupo neuronal puede ser parte de muchas redes y por lo tanto de muchas memorias.

El uso es el que va estableciendo, reforzando, las la redes de memoria. Los estímulos son modulados por ciertas estructuras del sistema límbico (hipocampo, amígdalas, etc.) que se encarga de la valoración emocional de los estímulos y de los recuerdos. La emoción afecta mucho a nuestra capacidad de recordar las cosas.

MEMORIA FILÉTICA. TIPOS DE MEMORIA

Todo organismo nace con un caudal de memoria ancestral que hereda de generaciones anteriores. Durante mucho tiempo se creía que el cerebro humano al nacer, estaba en blanco para que se fueran escribiendo en él todas las sensaciones, impulsos, emociones, etc. propios del ser humano. Esto no es así, nacemos con la memoria de la especie, la memoria filética adquirida en el curso de la evolución

que nos permite analizar, desde el nacimiento mismo, las propiedades básicas del mundo sensorial en que vivimos y actuamos. Esta memoria innata necesita repeticiones y ensayos en los primeros meses de la vida extrauterina pues de lo contrario, se marchita y muere pronto. Esto indica la necesidad temprana de estímulos para el desarrollo cognitivo del niño.

Esta memoria primaria, básica, ancestral, es la que nos permite discernir los olores, los sabores y los colores, los objetos en movimiento, el calor, el frío, etc., la que nos permite reconocer el pecho de la madre y caminar a los pocos meses. Esta memoria tiene su localización en áreas primitivas, tanto sensoriales como motoras, de la corteza cerebral que están situadas a ambos lados de la cisura de Rolando. Las neuronas de estas áreas son las primeras en desarrollarse en la vida de cada individuo, las que primero se recubren de vainas de mielina en derredor de sus fibras nerviosas. Son áreas que mantiene un cierto nivel de plasticidad neural en el adulto: el número y viabilidad de sus sinapsas aumenta o disminuye con el uso, dentro de ciertos límites, a lo largo de la vida.

La memoria individual, la que vamos forjando con el desarrollo de nuestra personalidad es, como señala Joaquín M. Fuster (jefe del Instituto Neuropsiquiátrico de la Universidad de California), una expansión progresiva de esta memoria ancestral con la que nacemos. Se van haciendo cada vez mayores nuestra memoria y nuestros conocimientos partiendo de las experiencias sensoriales y motoras primarias concretas, llegándose en este desarrollo a construir conceptos abstractos en la memoria sensorial o perceptiva e incluso elaborar planes globales de acción en la vertiente motora o ejecutiva de la memoria.

Como vemos, las dos grandes formas de la memoria, la sensorial (perceptiva, declaratoria, etc.) que se aloja en la corteza cerebral posterior y la motora (o ejecutiva) que ocupa la corteza del lóbulo frontal, van estableciendo sus redes neurales en capas funcionales que al tiempo que se van superponiendo unas con otras se expanden por el cerebro estableciendo conexiones verticales y horizontales entre las diversas fibras nerviosas. Por tanto, las dos categorías de memoria, la perceptiva y la motora, con sus diversas etapas, son expansiones en la corteza cerebral asociativa de la memorias filética, sensorial y motora respectivamente. La expansión se hace de forma progresiva, compartiendo elementos normales de las vías y redes en los dos sistema, sin barreras, límites ni costuras. En la memoria perceptiva, los conceptos generales de la memoria semántica son más estables, menos olvidadizos que las memorias episódicas. Los grandes hechos y los grandes conceptos están anclados en redes más extensas que los acontecimientos concretos que los originaron. La memoria motora es la de los actos y la de las conductas y se

desarrolla también con la facilitación de contactos sinápticos asociativos. Lo mismo que en las memorias perceptivas las memorias motoras se forman a partir de la memoria filética motora, en jerarquías semejantes a las de la memoria perceptiva. En la urdimbre asociativa de las áreas frontales, concretamente en la corteza prefrontal que alcanza su máximo desarrollo en el cerebro humano, aparecen los planes y esquemas de acción, aparece la memoria de futuro o memoria de trabajo.

Este esquema del desarrollo de la memoria perceptiva y motora en sus diferentes fases, es una visión de la construcción y desarrollo de la mente personal en la que los procesos de memoria son fundamentales. El mantenerlas expandidas, funcional y estructuralmente, es una tarea personal, un desafío biográfico, ya que si no existe una enfermedad invalidante, somos responsables de nuestra memoria, de nuestra mente, arquitectos de nuestro cerebro, según decía Cajal.

Un dato sorprendente es que cuando un ser humano muere aún le queda un número extraordinario de neuronas que no ha usado, que no ha desarrollado muchos posibles circuitos neuronales que han permanecido inéditos. Por otra parte no es cierto, como se ha creído hasta hace pocos años, que las neuronas no puedan regenerarse. Hoy sabemos que pueden originarse nuevas neuronas a partir de la microglía (variedad de células nerviosas que ocupan espacios intersticiales a las que se atribuía hasta ahora únicamente funciones de relleno y sostén).

APRENDIZAJE

El aprendizaje es un proceso por el cual un individuo origina o cambia una conducta ante una determinada situación como producto de sus repetidas experiencias en la misma. Tal cambio de conducta no tiene que ser debido al crecimiento natural del individuo o a estados temporales como la fatiga, la intoxicación alcohólica o la toma de fármacos.

El proceso de aprendizaje está íntimamente relacionado con el de la memoria en sus distintas fases. A lo largo de la vida aprendemos mucho más de lo que son sólo recuerdos guardados en la memoria y habilidades y competencias que hemos adquirido en ciertas actividades. Igualmente, a través del aprendizaje y con frecuencia inconscientemente, aprendemos o elaboramos actitudes, prejuicios, roles sociales y automatismos de conducta. Aprender es un cambio perdurable en la forma de conducirse un individuo como resultado de la práctica o de otras formas de adquirir experiencia.

El aprendizaje tiene modalidades y tiempos distintos a lo largo de la vida. Al principio se aprende y se incorporan patrones de conducta por estímulos capaces de provocar en nuestro organismo respuestas de tipo innato, gratificantes o nocivas, de forma inmediata. En fases posteriores se aprende todo lo que se asocia de forma repetitiva o todo lo que supone experiencias de tipo cognitivo, que sirve de instrumento para que el individuo pueda «comprender» el mundo que le rodea.

SUEÑO Y MEMORIA

Mientras dormimos se producen dos tipos de sueño, el sueño REM (iniciales de «rapid eye movements») o sueño MOR (movimientos oculares rápidos, si se emplea la denominación en español), durante el cual el electroencefalograma muestra un registro eléctrico de ondas cerebrales rápidas, parecidas a las que se presentan cuando el sujeto está despierto y que coinciden con atonía muscular marcada, y en ocasiones con irregularidades respiratorias y cardíacas. Las otras etapas del sueño presentan un electroencefalograma de ondas lentas y no hay movimientos oculares rápidos. Estas fases son las que inician el sueño y van seguidas del sueño REM o sueño paradójico en el que tienen lugar las ensoñaciones.

En la actualidad existen numerosos estudios experimentales y clínicos que conceden al sueño REM un importante papel en la consolidación de ciertas informaciones y su incorporación a la memoria de largo plazo. Las observaciones más significativas son las siguientes:

En el niño recién nacido casi todo su sueño, de una duración total muy superior a las 7-8 horas de un adulto, es de tipo REM.

En un estudio realizado en un grupo de estudiantes se observó que en época de exámenes tenían un aumento significativo de los movimientos oculares rápidos y una duración mayor de las fases REM.

Los niños superdotados tienen más movimientos oculares rápidos que los demás niños. Los deficientes mentales muestran en cambio una disminución de dichos movimientos durante el sueño.

En diversos experimentos en grupos de voluntarios se ha observado que si después del aprendizaje de un texto determinado el individuo duerme un período normal de siete a ocho horas, la retención de lo aprendido es mayor que si la comprobación se hace sin que hubiese un período intermedio de sueño.

Con los años se va reduciendo la duración total del sueño, especialmente con acortamiento de los períodos REM. Esto no ocurre si el individuo mantiene una vida activa intelectualmente con inquietudes culturales de diverso tipo.

Las ensoñaciones, prácticamente exclusivas de las fases REM del sueño, con su carácter frecuentemente fantástico, absurdo, desproporcionado, se interpretan como la expresión del trabajo selectivo que nuestro cerebro hace de las múltiples impresiones de todo tipo que recibimos durante el período vigíl, conservando las ser enviados a los depósitos de memoria a largo plazo las que parecen ser más convenientes para nosotros. El cerebro, que vela por nuestros intereses, hace este trabajo por su cuenta, y barre lo que no nos conviene. Los ensueños estrambóticos y fantásticos serían el desecho, los residuos de esta selección, el olvido de los hechos inútiles.

En lo que se refiere al aprendizaje durante el sueño, las investigaciones realizadas señalan que no es posible si el sujeto está realmente dormido cuando se hace el estudio. En cambio, lo que parece cierto es que durante el sueño paradójico se pueden reprocesar activamente y consolidar restos o trazas de memorias de aprendizaje realizados en los días o semanas anteriores

MECANISMOS DE LA EVOCACIÓN DEL RECUERDO. OLVIDO

La activación de los conocimientos, de los hechos, de las cosas, de las «memorias» almacenadas, guardadas en la memoria a largo plazo son los recuerdos que se hacen actuales, presentes como realidad en un momento determinado para ser usados convenientemente, bien en la percepción del mundo que nos rodea o en las acciones sobre el mismo, todo lo cual se hace en y por la corteza cerebral. Pero la corteza no es sólo el desván de los recuerdos, sino además el ordenador, el administrador y el creador de nuevas memorias. En este proceso de aflorar memorias, activar recuerdos para actuar en un determinado momento, hay que señalar dos cosas:

1.^a Que, como ya se ha señalado, al recordar el recuerdo dormido se modifica, no es el mismo que en tiempos se guardó, sino que es lo mismo que ocurrió al incorporar la realidad externa a nuestra memoria. El cerebro nos ha engañado para nuestro bien o nuestra conveniencia, y vemos lo que la memoria nos hace ver. El ver es una intención de ver. Ortega decía que el ver es un mirar. Recordar es ver, mirar de nuevo lo recordado.

2.^a Los recuerdos, las memorias almacenadas, incluidas las innatas, son operativas con más o menos intensidad, con más o menos eficacia, en lo que hacemos, en lo que sentimos, en lo que pensamos y están actuando continuamente en nuestra personalidad y en nuestra conducta. Somos lo que decimos, lo que hacemos, lo que nos pasa, todo lo cual lo introducimos en la memoria y lo estamos reciclando continuamente de forma inconsciente salvo en los recuerdos concretos que voluntariamente actualizamos en un determinado momento.

Los depósitos corticales de la memoria están en actividad constante. Las neuronas están en actividad silenciosa, continua de día y de noche, en la vigilia y en el sueño. Los contactos sinápticos entre las neuronas, varían en intensidad, las dendritas aumentan o disminuyen en número según se active o disminuya la rememoración de los recuerdos.

El olvido es la imposibilidad de hacer patente y actual un recuerdo determinado de manera transitoria o definitiva. En el primer caso, las causas pueden estar en el fallo ocasional de los mecanismos o sistemas de rememoración permaneciendo intactos los depósitos de la memoria. En el olvido definitivo, en la amnesia permanente, los depósitos corticales o las vías del recuerdo quedan destruidos definitivamente.

La información contenida en la memoria innata no se puede recordar, por definición no se puede hacer patente. Por el contrario, los recuerdos de la memoria declarativa o perceptiva almacenados en las redes neuronales corticales pueden activarse por un proceso asociativo, lo mismo que ocurría cuando se grabaron en la memoria y por las mismas vías, es decir, por el sistema límbico (hipocampo y amígdalas) y por la corteza cerebral. Recordamos por asociación de tal forma que cuando hacemos patente un fragmento de memoria, activamos otros fragmentos que se asociaron a él en el momento de formarse. La activación de una parte de la red enciende el resto de la red. Las memorias se actualizan en la conciencia como las cerezas de un cesto: al sacar unas, salen enredadas otras.

Hay en recuerdos que se afloró fácilmente, con rapidez como pasajeros, sin propósito o utilización determinados. Otros son más sostenidos, se hacen conscientes según un propósito para ejecutar una acción en el futuro próximo. Pero que se llama memoria de trabajo como memoria operativo. Es un proceso fundamental de la memoria, indispensable para toda nuestra conducta como para el pensamiento racional, para el habla. Se denomina también memoria de futuro.

En la rememoración de recuerdos declarativos se produce una activación metabólica de las áreas corticales del encéfalo, con un mayor consumo de glucosa

en las neuronas correspondientes. En la actualidad este fenómeno puede objetivarse mediante la tomografía por emisión de positrones (TEP) que se basa en marcar con isótopos radiactivos una forma de glucosa, la dioxiglucosa, que es captada por las células nerviosas activadas y registrada gráficamente mediante técnicas tomográficas.

El olvido puede tener manifestaciones diversas desde las formas leves, transitorias, habituales en algunas personas, hasta estados patológicos irreversibles como ocurre en varias enfermedades neurodegenerativas a la cabeza de las cuales está la enfermedad de Alzheimer.

El olvido, como función mental normal, es necesario, ya que si recordáramos todos los acontecimientos que hemos tenido, todo lo realizado, la vida sería imposible. En condiciones normales, olvidamos selectivamente. Las memorias, los recuerdos, están jerarquizados por nuestro cerebro según su contenido, su interés para nosotros, sus aspectos emocionales, etc. Olvidamos unas cosas antes que otras, con detalles más o menos abundantes, según las circunstancias, su utilidad o su oportunidad. Lo mismo que el uso, la reiteración de estímulos o de acontecimientos sirven para mantenerlos vivos. Por el contrario el paso del tiempo, sin reactivación de recuerdos, facilita su olvido.

Hay olvidos y pérdidas de memoria que pueden considerarse normales dentro de la evolución y envejecimiento del cerebro humano. Como se ha señalado, hasta hace pocos años se creía que las pérdidas de neuronas en ciertas partes del cerebro no se reponían, al contrario de lo que ocurre con las células de otros tejidos. Investigaciones actuales demuestran que esto no es cierto, ya que pueden regenerarse nuevas neuronas a partir de las células de la microglía y que en compensación las dendritas son más abundantes en las neuronas restantes. En el cerebro envejecido hay también una disminución del peso total en un 15 por 100 aproximadamente de los 1.500 g. que pesa el cerebro de un adulto joven. También disminuye el consumo de oxígeno y se han descrito cambios en los neurotransmisores que son sustancias químicas que actúan a través de las sinapsas con funciones de estimulación o inhibición. Hay descensos más o menos marcados acetilcolina, dopamina y noradrenalina conservándose en cambio el ácido glutámico.

Una forma de olvido relativamente frecuente en personas mayores es el llamado «olvido benigno del anciano» que puede confundirse con el comienzo de un olvido patológico demencial. Se denomina benigno porque no es progresivo ni afecta a la personalidad del anciano ni altera las características de su vida cotidiana. No obstante, a veces puede presentarse un diagnóstico diferencial difícil con el

comienzo de una demencia senil principalmente la enfermedad de Alzheimer. La base de ese trastorno puede estar en la pérdida de neuronas en el hipocampo durante el envejecimiento pero esto no siempre es así.

La amnesia es una pérdida transitoria o definitiva de un determinado tipo de memoria, consecutivo a un traumatismo craneal o un proceso patológico de otro tipo. Puede ser retrógrada (olvido de acontecimientos anteriores al desencadenamiento) o anterógrada (olvido de hechos posteriores). En la mayoría de las enfermedades neurodegenerativas la pérdida progresiva de memoria es un aspecto destacado que precede con frecuencia al resto de las manifestaciones neurológicas y mentales. La más frecuente y característica es la enfermedad de Alzheimer, verdadera plaga del mundo moderno que afecta al 25 por 100 de los individuos mayores de 85 años. Se acompaña de atrofia cortical difusa con graves pérdidas neuronales debidas a la presencia en el cerebro de placas amiloides y ovillos neurofibrilares.

RESUMEN

1. La memoria es una función básica del cerebro estrechamente unida a otras funciones mentales que pueden distribuirse en dos grandes sistemas: perceptivo y motor.
2. La memoria se va desarrollando en etapas o fases sucesivas progresivamente más amplias partiendo de la memoria ancestral (filogenética) de la especie.
3. Existe una memoria implícita que se adquiere y desarrolla por un mecanismo de condicionamiento (habituaación y sensibilización) y otra explícita o declarativa (perceptiva) de naturaleza asociativa instalada en redes neurales corticales y subcorticales, con estaciones de paso en el hipocampo importantes para una sensibilización emocional, tanto en la recogida de información como en la activación de los recuerdos almacenados.
4. Las estructuras nerviosas orgánicas y componentes químicos en los que se basa la memoria, se modifican constantemente según el funcionamiento y uso que se hace de la misma. Siendo la memoria una parte integral de todas las funciones cognitivas del cerebro, su ejercicio forzosamente repercute en ella reforzándola en extensión, persistencia, rapidez y eficacia.

5. El sueño paradójico contribuye a la clasificación y selección de los múltiples estímulos recibidos durante la vigilia conservando los más convenientes y almacenándolos en la memoria a largo plazo.

6. En el envejecimiento fisiológico es posible seguir estableciendo nuevos circuitos neuronales de aprendizaje y reactivación de recuerdos ya que persisten bases orgánicas y mecanismos bioquímicos suficientes para ello.

BIBLIOGRAFIA

J. M. DELGADO et al., *Manual de Neurociencias*, Edit. Síntesis, Madrid, 1998.

G. M. EDELMAN y G. TONONI, *El universo de la conciencia*, Edit. Crítica, Barcelona, 2002.

J. M. FUSTER, «La memoria», en *Ciencia y sociedad*, Fund. Central-Hispano, Edit. Nobel, 1997.

B. BRIDGEMAN, *Biología del comportamiento y de la mente*, Alianza-Psicología, 1991.

P. S. GOLDMAN-RAKIC, *La memoria funcional y la mente*, Investigación y Ciencia, 194, 68, 1992.