

# ¿QUÉ ES BUENO PARA LA MEMORIA?

José Luis Quintanar Stephano  
Denisse Calderón Vallejo  
Marina Liliana González Torres



**UNA INTRODUCCIÓN PARA ZOMBIS**



¿Qué es bueno  
para la memoria?



# ¿Qué es bueno para la memoria?

José Luis Quintanar Stephano  
Denisse Calderón Vallejo  
Marina Liliana González Torres



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

# ¿Qué es bueno para la memoria?

Primera edición 2016

D.R. © Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Av. Universidad 940  
Ciudad Universitaria  
Aguascalientes, Ags., 20131  
[www.uaa.mx/direcciones/dgdv/editorial/](http://www.uaa.mx/direcciones/dgdv/editorial/)

© José Luis Quintanar Stephano  
Denisse Calderón Vallejo  
Marina Liliana González Torres

ISBN 978-607-8457-74-8

Hecho en México

*Made in Mexico*

Agradecemos el apoyo  
de Ramiro Altamira Camacho  
por la valiosa aportación de los dibujos.





## Índice

Presentación	11
Historieta	15
La memoria está en el cerebro... y el cerebro estará en tu memoria	19
La unidad de medida de la memoria	27
¿Memoria o memorias?	35
¿Desmemorias?	47
La raíz biológica de la memoria	55
El tesoro de la memoria	77
Estrategias de memorización	99
El arte como ejercicio cerebral	109
Citas para recordar	129
Bibliografía	133



## Presentación

**E**ste libro tiene como finalidad acercar a jóvenes y no tan jóvenes a una de las llamadas facultades del alma como lo es la memoria; la memoria como entidad biológica, tanto desde el punto de vista anatómico como fisiológico, y asimismo, brindar algunos instrumentos que les permitan desde un ángulo técnico, desarrollar o fortalecer esta cualidad cerebral. También se describen algunas reflexiones sobre la memoria que nos permiten valorar e inclusive proyectar esta actividad tan altamente especializada en nosotros los humanos.

Se manejan términos técnicos de manera sencilla, donde no es requisito indispensable el contar con información previa con un alto nivel de profundidad. La intención es que resulte ameno e interesante y sobre todo que ofrezca alguna pizca de utilidad.

Los autores



¿Qué es bueno para la memoria?  
... no perderla.

Marcelo



## Historieta

Paco se quedó mirando hacia el techo. Particularmente veía hacia la lámpara, como esperando que su luz llevara la respuesta a su mente que permanecía en blanco. Se daba cuenta de que bajo esa presión, no podía recordar la respuesta y eso lo traicionaba aún más, dejando un silencio mortal entre la inmensa corpulencia del profesor impaciente y su cuerpo lomilargo y débil.

La escuálida voz de Paco se quebró en fragmentos y sólo pudo responder con un «no recuerdo», inspirado hacia el interior de sus pulmones.

Nadie se rio, nadie dijo nada. El profesor tomó la lista de evaluaciones y con un simple cero y meneando la cabeza, pasó la pregunta a Chuy, el estrellita de la clase.

Chuy no titubeó. Contestó de manera precisa y envidiable. El profesor esbozó una

sonrisa de satisfacción. Todos sus esfuerzos se veían recompensados con alumnos como Chuy.

Curiosamente, al profesor Edmundo, a consecuencia de su antigüedad en la preparatoria, le había tocado enseñar en su momento tanto al padre de Paco como al de Chuy. De manera reiterada aplaudía las cualidades de Chuy, que de acuerdo a su apreciación, las había heredado de su padre. Mientras que reservaba su opinión respecto al padre de Paco y más sobre su vástago que no daba luces de mejorar el linaje.

Cierto día después de la feria de abril, ya en plenas clases en la preparatoria, ocurrió un fenómeno sorprendente. El profesor Edmundo, quien impartía la materia de historia, había preguntado la clase de manera azarosa entre los alumnos y le llamó la atención que Paco de manera insistente levantara la mano. –A ver, Paco, dinos: ¿qué países intervinieron en la Guerra de los Balcanes?–, su pregunta fue directa y fulminante. Con esta acción daba por hecho que se quitaría de encima la molesta insistencia de Paco. Sin embargo, la respuesta fue clara y contundente: –Serbia,



Bulgaria, Montenegro y Grecia contra el Imperio Otomano-, y con voz incrédula volvió a inquirir: -¿En qué año fue?-. Paco, sin dudar, respondió: -de 1912 a 1913-. La cara del profesor gesticuló cierta contractura que remedaba una parálisis facial. Quedó intrigado, pero no lo suficiente como para indagar más en esa inesperada respuesta. Ya por los pasillos de los estrechos andadores, el bullicio de jóvenes estudiantes y profesores, y uno que otro intendente, le daban ese dejo de inmortalidad y permanencia al ambiente académico. Era el intermedio entre clase y clase. El profesor Edmundo caminaba despacio, pues ya en más de una ocasión le habían traicionado sus rodillas y no quería repetir la escena grotesca y dolorosa de verse en el suelo tirado y aleteando. A lo lejos vio venir a la profesora Susana y de un suspiro suave pero profundo absorbió todo el aire de humanidad circundante.

La profesora Susana impartía la materia de español, y aunque era una mujer añosa, conservaba la delgadez y alegría de su juventud. Compartían el mismo grupo de estudiantes y de vez en vez se quejaban o aplaudían alguna ocurrencia de sus jóvenes aprendices.

El profesor Edmundo la interceptó con la mirada, y con la caballerosidad que le caracterizaba preguntó: -¿Cómo está usted Su-sa-nita?-. A lo que ella en tono coqueto y repetitivo respondía con sílabas: -Cada día más sa-nita, cada día más sa-nita-, y juntos se encaminaban a la dirección para reposar las primeras horas de trabajo. Ya en la dirección, frente a las tazas de un desabrido café, la profesora Susana comentó: -Hoy sí me he llevado una grata sorpresa, Paco, que siempre brilla por su mediandad, me dio una cátedra sobre las reglas post-léxicas, que me dejó de a seis-. -A mí también hoy me sorprendió su comportamiento-, repuso el profesor Edmundo empáticamente, -No sé qué le habrá ocurrido, pero algo nuevo le está pasando a su cerebro-.

Una semana antes, Paco se encontraba en la biblioteca de la prepa con un libro de bolsillo entre sus manos. Lo leía con avidez y cada palabra era miel para su cerebro diabético. El título decía: "¿Qué es bueno para la memoria?"

La memoria está en el cerebro...  
y el cerebro estará en tu memoria

¿Alguna vez te has preguntado en dónde están guardados los rostros de las personas que conoces o el recuerdo del día que diste tu mejor partido de fútbol o del peor día de tu vida? Acertaste. Se almacenan en tu cerebro (en este libro se considera equivalente el término cerebro y encéfalo, que incluye todas las estructuras dentro de la cavidad craneana como el cerebelo, el tallo cerebral y la corteza). Pero, ¿será que hay miles o millones de hojas blancas en tu cerebro que día a día se escriben y se van acumulando?, o ¿cómo es que se puede guardar información en esta parte de tu cuerpo?, es decir, ¿qué es lo que hace al cerebro tener esta asombrosa cualidad? Empecemos explorando sus características

anatómicas y después seguiremos con sus detalles microscópicos y funcionales.

Nuestro cerebro es un órgano del sistema nervioso central que se localiza dentro de la cavidad craneana y se encarga de controlar todas las funciones de los demás sistemas del cuerpo, además, es ahí donde se inician los movimientos, se interpretan tus sensaciones y se generan tus respuestas emocionales. También, y de especial interés en este libro, es la casa del aprendizaje y la memoria.

El cerebro está constituido por el tallo cerebral, el cerebelo, el diencefalo y los hemisferios cerebrales (figura 1). El tallo cerebral es la parte más inferior y la primera que apareció en la evolución del cerebro, esta estructura es la encargada de las funciones básicas de supervivencia. Por ejemplo, ¿habías pensado hoy en tu respiración? Seguramente que no, sin embargo, has respirado desde que naciste y eso quiere decir que alguien se encarga de avisarle a tus músculos respiratorios que es necesario activarse para que el aire entre a tus pulmones, ¿cierto? Pues demos las gracias al tallo cerebral que cumple incansablemente con esta labor, así como la de controlar tu rit-

mo cardiaco y tu presión arterial, entre otras funciones.

Por otra parte, el cerebelo es un centro de control de tus movimientos voluntarios, gracias a él puedes mantenerte en equilibrio al caminar, puedes aprender a realizar nuevos movimientos de danza, deportes, etcétera. El diencefalo está formado principalmente por el tálamo y el hipotálamo, que participan en la recepción de información por parte de los sentidos, en la regulación de la temperatura corporal, de la sensación de hambre, entre otras muchas funciones. Finalmente, los hemisferios cerebrales constituyen la parte más evolucionada de nuestro cerebro. En la parte más interna de los hemisferios se encuentran regiones que procesan diferente tipo de información del cual no somos conscientes, entre las que se encuentran los núcleos basales: el caudado y el lenticular; la amígdala cerebral, el núcleo accumbens y el hipocampo. Tenemos dos hemisferios cerebrales y cada uno está formado por cuatro regiones, denominadas lóbulos: frontal, parietal, temporal y occipital. Cada lóbulo se ha especializado en funciones particulares, por ejemplo, el frontal

es el responsable de iniciar tus movimientos voluntarios como correr, escribir o hablar; el parietal te permite hacer consciencia del dolor en alguna parte de tu cuerpo; el occipital es quien interpreta lo que ves; y el temporal te permite comprender las palabras cuando lees o escuchas a alguien. La capa más externa de los hemisferios cerebrales, nuestra gorra para pensar, es la corteza cerebral, la cual forma numerosos pliegues llamados circunvoluciones.

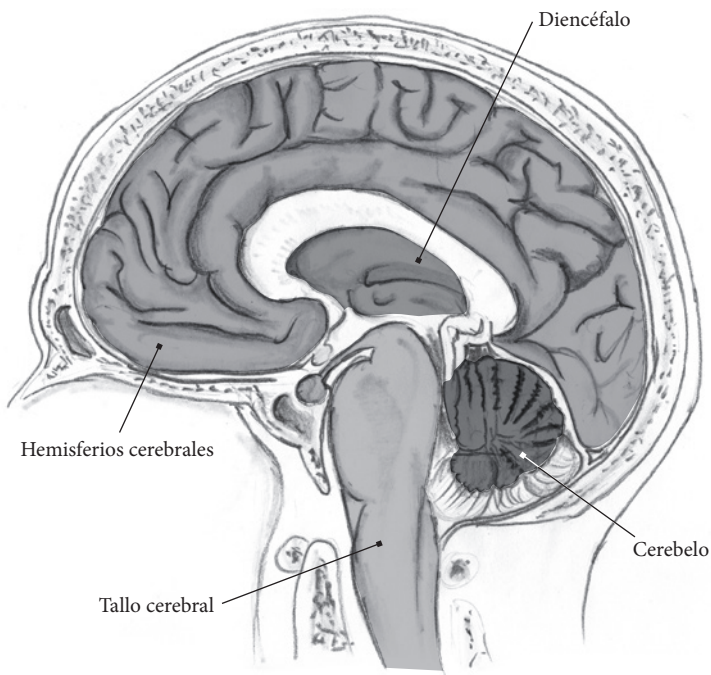


Figura 1. Anatomía general del encéfalo.

En particular, por lo que a la memoria se refiere, es importante mencionar que existe una serie de estructuras interconectadas a manera de circuito, denominada sistema límbico (figura 2). Este sistema está constituido

por regiones corticales prefrontal y del cíngulo y subcorticales, entre las que destacan: la amígdala cerebral, el hipocampo, el hipotálamo y el tálamo; juntas, todas estas estructuras neurales participan en funciones esenciales para nuestra vida diaria, como lo son las emociones y la memoria. Más adelante se retomarán estas estructuras haciendo referencia a su importancia en la memoria.

Si hasta ahora has leído con atención el cerebro está en tu memoria, al menos por un corto periodo de tiempo.



La memoria está en el cerebro... y el cerebro estará en tu memoria

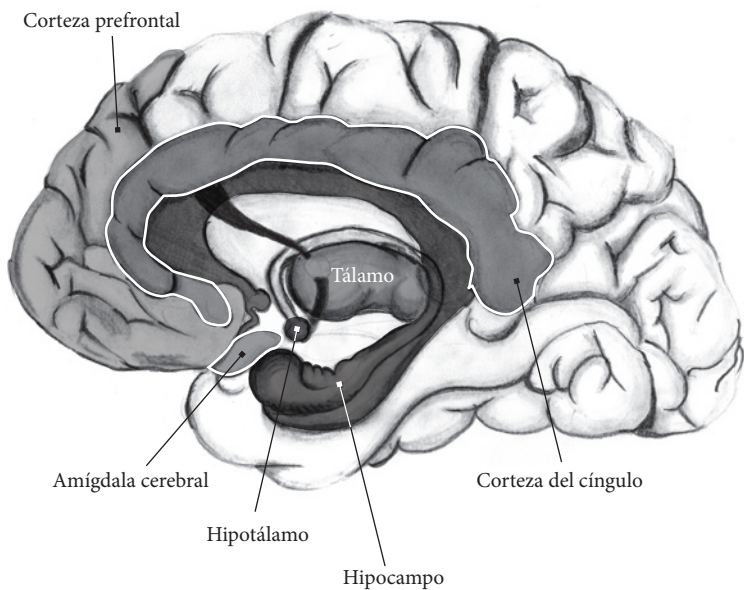


Figura 2. Sistema límbico.



## La unidad de medida de la memoria

Todos los datos que se conocen en la actualidad sobre dónde está y cómo funciona la memoria han surgido gracias al interés de los científicos en explicar cómo funciona el cerebro. Los primeros estudiosos que trataron de examinar el interior del cerebro encontraron una sustancia gelatinosa y blanca de aspecto pegajoso. Luego descubrieron que si sumergían el tejido cerebral en sustancias como alcohol o formol podían evitar su descomposición. También hallaron que si realizaban cortes finos podían observar detalles asombrosos.

El primer científico en estudiar cortes del cerebro con un microscopio primitivo, Anton Van Leeuwenhoek (1632-1723),

describió la presencia de “glóbulos”, los que probablemente podían ser nuestras neuronas. Posteriormente, con la mejora del microscopio, Theodor Schwann, en 1839, logró observar de manera más nítida las características del tejido nervioso y con ello descubrió la presencia de células en nuestro sistema nervioso, al igual que en el resto del cuerpo.

Un avance importante para la visualización de las células fue la utilización de colorantes de la industria textil. Estas sustancias se aplicaron a cortes muy delgados de tejido cerebral con resultados muy interesantes. Algunos colorantes teñían solamente una parte de las células y otros colorantes teñían partes diferentes. Pero más adelante, la aplicación de sustancias químicas que se utilizan en técnicas de fotografía al tejido cerebral produjo resultados impactantes. En 1875, Camilo Golgi (1843-1926), impregnó el tejido cerebral con nitrato de plata (una de las sustancias responsables de la formación de imágenes en las fotografías en blanco y negro) y descubrió que sólo algunas células se impregnaban con plata en todas sus partes. Esta técnica permitió visualizar por primera vez a la neurona.

Todos estos avances en el estudio microscópico del cerebro revelaron que este órgano no era sólo una sustancia gelatinosa y amorfa, sino en realidad se trataba de una compleja red de células interconectadas denominadas neuronas.

Estas asombrosas células tienen una forma muy especial y actúan como unidades conductoras de información en nuestro sistema nervioso. Tienen muchas características en común con las demás células del cuerpo, sin embargo su forma es muy especial para poder realizar sus funciones. Su forma es más o menos estrellada con múltiples prolongaciones. Tienen un soma o cuerpo neuronal que es la parte más grande de la célula, donde se localiza el núcleo y que puede considerarse el centro de operaciones de la neurona. Además, tiene dos tipos de prolongaciones, unas cortas y ramificadas que se llaman dendritas, las cuales le sirven principalmente a la neurona para recibir información proveniente de otras neuronas. La superficie de estas dendritas está aumentada por subramificaciones y por pequeñas protuberancias denominadas espinas dendríticas. El otro tipo de prolonga-

ción, el axón, es la única y más larga extensión de la célula que le sirve para transmitir mensajes a otras células. Este axón generalmente está rodeado por una sustancia llamada mielina, un aislante natural que acelera el paso de información a lo largo del axón. En su parte terminal, el axón se divide en varias ramificaciones finales, en cada una de las cuales hay un botón, denominado botón terminal; este botón representa el sitio por donde la neurona puede comunicarse con otra mediante una sinapsis. Las sinapsis pueden ser de diferentes tipos, pero en general tienen los componentes principales: el botón terminal, que sería la última parte del axón de la neurona que desea transmitir algún mensaje, este botón está formado por la membrana celular de la célula presináptica y contiene vesículas que almacenan neurotransmisores. Otro componente es el espacio sináptico que constituye la hendidura existente entre las dos células, este espacio es de unos 20 nanómetros. La membrana celular de la neurona que recibe la información se denomina membrana postsináptica, la cual tiene receptores específicos para el respectivo neurotransmisor liberado (figura 3).

Por otra parte, según el mecanismo empleado para la transmisión de la información, las sinapsis pueden ser de dos tipos:

Sinapsis químicas. Dependen de la liberación de un neurotransmisor específico y de su acoplamiento en la neurona postsináptica.  
Sinapsis eléctricas. El espacio sináptico es prácticamente virtual y la transmisión de información entre las células se da por el acoplamiento de sus membranas.

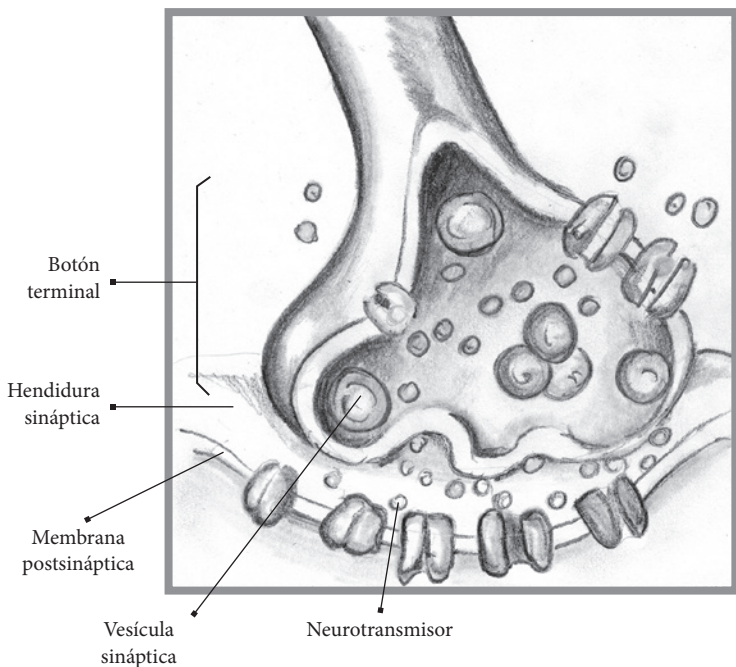
La mayoría de las sinapsis en nuestro cerebro son de tipo química y sobre ellas se hablará en apartados posteriores.

Ya que hemos conocido la estructura de una neurona, veamos algunos detalles importantes. Se estima que en nuestro cerebro existen alrededor de 100 000 millones de neuronas. ¿Te imaginas esa cantidad?, pues tendrás un apuro mayor: una sola neurona puede tener en promedio unas 50 000 conexiones con otras, esto es, 500 billones de conexiones neuronales en nuestro cerebro. Resulta, pues, bastante complicada la estructura cerebral. Y es de esta asombrosa complejidad de don-

¿Qué es bueno para la memoria?

de surge tu forma de comportarte, tus pensamientos, tus emociones, tus reacciones, tu capacidad de recordar.

b. Componentes de una sinapsis





a. Estructura de las neuronas

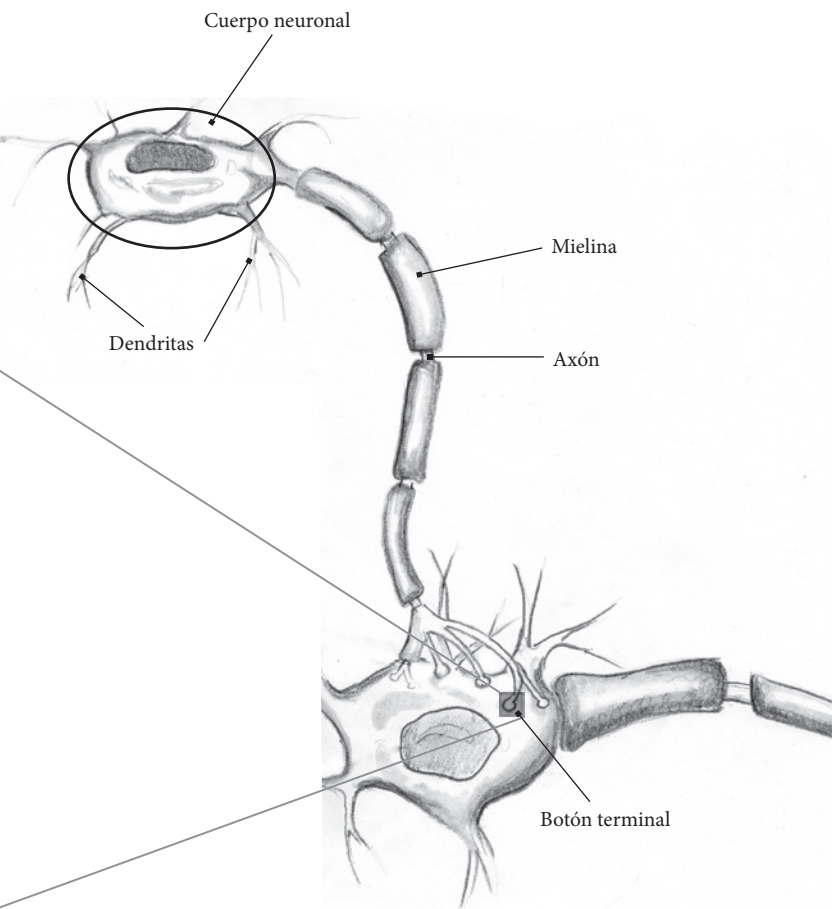


Figura 3. Neurona y sinapsis.



## ¿Memoria o memorias?

Comencemos relatando un caso muy interesante que abrió puertas al conocimiento sobre el estudio de la memoria y sus bases neuronales.

En 1953<sup>1</sup>, a los 27 años de edad, Henry Molaison (H.M.) fue sometido a una operación experimental de cerebro para corregir un trastorno convulsivo, sólo que de ella resultó una alteración irreparable. Tras la operación, padeció un síndrome que los neurólogos llaman “amnesia profunda”. Había perdido la capacidad para formar nuevos recuerdos. Durante los restantes 55 años de su vida, cada

---

1 Tomado de: Dávila, J. C. (2009). El caso de H. M. Una vida sin recuerdos. *Encuentros en la Biología*, 2(125), 47-48. Recuperado de: <http://www.encuentros.uma.es/encuentros125/Recuerdos.pdf>.

vez que se reunía con un amigo, cada vez que comía o cada vez que caminaba por el bosque, era como si fuera por primera vez. Cuando H. M., con 9 años de edad, se golpeó fuertemente la cabeza al ser atropellado por un ciclista en su barrio, los científicos no tenían ninguna forma de ver el interior de su cerebro. Tampoco se conocían los mecanismos biológicos de funciones complejas como la memoria o el aprendizaje. Dieciocho años después del accidente, H. M. llegó a la consulta con un neurocirujano. El señor H. M. perdía el conocimiento a menudo y tenía convulsiones devastadoras, por lo que ya no podía seguir trabajando. El neurocirujano, después de agotar otros tratamientos, decidió extirpar quirúrgicamente dos regiones en forma de dedo del tejido cerebral de H. M. Las convulsiones disminuyeron, pero el procedimiento dejó al paciente totalmente cambiado. Tras la operación, H. M. era incapaz de recordar nada de lo que le sucedía. Sin embargo, fue muy interesante el descubrimiento que la Dra. en Psicología, Brenda Milner, identificó en las sesiones con H. M. En una serie de ensayos, la doctora Milner había entrenado a H. M. a trazar una

línea entre dos contornos concéntricos con forma de estrella de cinco puntas, mirando a través de un espejo (algo difícil de realizar correctamente para cualquier persona, las primeras veces). Cada vez que H. M. realizaba la tarea, le parecía una experiencia totalmente nueva. No tenía memoria de haberla hecho antes, sin embargo, con la práctica se volvió hábil. Un día, después de muchos de estos ensayos, dijo: “¡Eh!, esto era más fácil de lo que pensaba”. Las implicaciones de este estudio fueron enormes. A partir de entonces, los científicos reconocieron que había, al menos, dos sistemas en el cerebro para crear nuevos recuerdos. Uno, conocido como memoria explícita, que registra nombres, rostros y nuevas experiencias y los almacena hasta que se recuperan conscientemente. El otro sistema, conocido como memoria implícita, es inconsciente y no intencionada. La capacidad para usar el lenguaje y para llevar a cabo conductas motoras como montar en bicicleta o practicar un deporte son ejemplos de memoria implícita. En el caso de H. M., la memoria explícita estaba extremadamente dañada, mientras que su memoria implícita estaba en gran parte intacta.

Una diferencia importante entre la memoria explícita y la memoria implícita, es que dependen de diferentes estructuras cerebrales, lo que a su vez explica la diferencia en la forma en que se procesa la información (figura 4). La información implícita se codifica en la misma forma en que se recibe. Este tipo de proceso es llamado “de abajo hacia arriba”. Simplemente depende de la recepción de la información sensorial y no requiere ninguna manipulación del contenido de la información por parte de la corteza cerebral. La memoria explícita, en cambio, depende de los procesos controlados por la corteza cerebral de manera consciente o de “arriba a abajo”, en los que las personas reorganizan los datos para almacenarlos. Debido a que la persona tiene un papel relativamente pasivo en el proceso de codificar la memoria implícita, puede tener dificultades para recordar voluntariamente, en contraste, debido a que la persona desempeña un papel activo en el procesamiento de la información explícita, los estímulos internos al sujeto que utiliza en el procesamiento pueden ser usados para un recuerdo espontáneo.

Con base en estudios realizados con animales y seres humanos, se propuso que había diferentes circuitos neuronales para la memoria explícita y para la implícita. En general, las estructuras neurológicas que participan en la memoria explícita se encuentran en el lóbulo temporal como la amígdala, el hipocampo y la corteza olfatoria, así como en el lóbulo frontal, específicamente la corteza prefrontal. También se incluye al tálamo y al tallo cerebral, que son los sitios donde se recibe inicialmente la información para luego llegar a la corteza cerebral.

Es razonable pensar que si existen regiones del cerebro que desempeñan un papel clave en la memoria explícita, otras estructuras puedan tomar parte en la memoria implícita. Las regiones clave para el procesamiento de esta forma de memoria serían los núcleos basales (caudado y lenticular), una región de la corteza cerebral del lóbulo frontal (corteza premotora), así como el tálamo y el cerebelo.

¿Qué es bueno para la memoria?

■ Memoria implícita

■ Memoria explícita

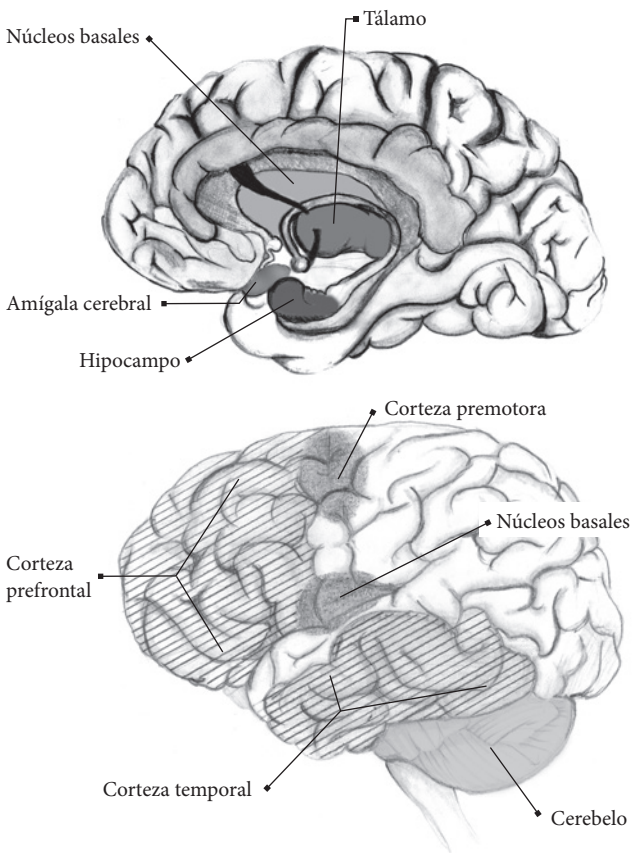


Figura 4. Estructuras cerebrales en la memoria explícita e implícita.



Anteriormente se relató el caso de H. M., ¿recuerdas? Él tenía dificultades en la memoria explícita, ahora mencionaremos el caso de J. K, quien tras una enfermedad mostró dificultades para la memoria implícita. J. K. trabajó como ingeniero en una empresa petrolera durante 45 años; cuando tenía 56 comenzó a mostrar síntomas de la enfermedad de Parkinson y a los 78 años inició con problemas de memoria. En una ocasión, permaneció en la puerta de su cuarto, frustrado por su dificultad para recordar cómo encender las luces. Otra ocasión, fue visto tratando de apagar el radio con el control remoto de la televisión. J. K. presentaba claramente un déficit de la memoria implícita. Sin embargo, era consciente de los hechos diarios y de sus experiencias nuevas, además, podía recordar los detalles explícitos de lo que sucedía cada día como cualquier persona de su edad. De manera interesante, J. K. tenía perdida su memoria implícita y se desempeñaba efectivamente con su memoria explícita.

En los párrafos anteriores, se han abordado dos tipos de memoria: implícita y explícita, sin embargo, esta última se ha subdividido

en dos tipos: memoria episódica y memoria semántica. Describamos brevemente cada una.

La memoria episódica consiste en los hechos que una persona recuerda y también se ha llamado autobiográfica. Es la memoria de las experiencias vividas por la propia persona.

Por otra parte, la memoria semántica se refiere al conocimiento que se tiene del mundo en general, el vocabulario aprendido, las matemáticas, los libros que has leído; las enciclopedias que se han guardado en tu cerebro que no tienen que ver con los recuerdos autobiográficos.

Espero que hasta ahora no te hayas abrumado con “las memorias”, porque para concluir este apartado se abordarán las memorias de corto y largo plazo. La memoria a corto plazo, que también se ha llamado memoria de trabajo, es el tipo de memoria que usamos para retener dígitos, palabras o nombres por un breve periodo de tiempo. Y no sólo tendría la limitante del tiempo, sino de capacidad. Se ha visto que en promedio tenemos la capacidad de almacenar alrededor de siete dígitos más menos dos. Sería como nuestro “pequeño cuaderno de notas de la

memoria”. La función de este tipo de memoria sería mantener la información lista para cuando se requiera física o mentalmente.

Por otra parte, la memoria a largo plazo comprende los recuerdos que permanecen durante días, meses o años después de que se almacenaron. Para esto, es necesaria la práctica o la utilización de información que se pretende almacenar. Una estructura cerebral clave para lograr almacenar recuerdos en la memoria a largo plazo es el hipocampo. ¿Recuerdas el caso de H. M al principio de este apartado? Entonces recordarás que su médico le extirpó dos regiones cerebrales para disminuir sus convulsiones, esas regiones eran sus hipocampos. Sin ellos, resultó que H. M. fue incapaz de retener información a largo plazo, posterior a la cirugía. Otro dato interesante que resalta la importancia del hipocampo en la consolidación de la memoria a largo plazo, es que antes de los cuatro años, esta estructura del lóbulo temporal aún no está completamente madura y ésa es la razón por la que no podemos guardar muchos recuerdos conscientes cuando somos muy pequeños.

Cuadro 1. Diferentes tipos de memoria y principales estructuras cerebrales involucradas

<b>Tipo</b>	<b>Concepto</b>	<b>Principales estructuras cerebrales</b>	<b>Ejemplo</b>
Explícita	<p>Es el recuerdo consciente e intencionado de experiencias previas.</p> <p><i>Semántica</i></p> <p><i>Episódica</i></p>	<p>Amígdala cerebral, hipocampo, corteza temporal y corteza prefrontal.</p> <p>Corteza prefrontal izquierda y corteza temporal derecha.</p> <p>Corteza temporal y corteza prefrontal derecha.</p>	<p>Explicar lo que desayunaste hoy, las personas que te encontraste ayer, los lugares que visitaste, etc.</p> <p>Vocabulario aprendido, conocimiento de hechos históricos, las matemáticas, etc.</p> <p>Narrar el día en que entraste a la universidad, el día que nació tu primer hijo, etc.</p>

Implícita	Es el recuerdo de información inconsciente, no intencionada.	Corteza premotora, amígdala, núcleos basales (caudado y lenticular), cerebelo y tálamo.	Andar en bicicleta, practicar algún deporte, hábitos, etc.
Corto plazo	Es el recuerdo de datos que se utilizan en un corto periodo de tiempo.	Corteza cerebral	Recordar una serie de números aleatorios
Largo plazo	Es el recuerdo de información duradera por días, meses o años.	Corteza cerebral, hipocampo.	Recordar que un panal es la guarida de las abejas y que arrojarle una piedra puede ser un riesgo para sufrir picaduras.



## ¿Desmemorias?

### Amnesia

**E**s importante considerar que todos hemos experimentado amnesia en algún grado. Ya mencionábamos algo sobre el ejemplo más claro de esto: el sorprendente olvido conocido como amnesia infantil. Aun cuando los primeros años de vida se han considerado como fundamentales para el desarrollo del niño, no se recuerdan conscientemente en la edad adulta. En estos primeros años adquirimos muchas habilidades y conocimientos, y es posible que la información que se almacenó en esa época de nuestra vida no pueda ser recuperada, porque en la infancia se utilizaba un sistema de memoria diferente al desarrollado en la edad adulta. Quizá los recuerdos

infantiles se pierdan debido a no se han almacenado en el nuevo sistema adulto. Sin embargo, este tipo de “amnesia” representa una función normal de nuestro cerebro, debida principalmente a periodos de maduración. Sin embargo, hay otros tipos de amnesia que se presentan cuando existe alguna condición que altera el funcionamiento cerebral.

Se puede hablar de amnesias transitorias causadas por conmoción cerebral, jaqueca, disminución de glucosa en la sangre, epilepsia e interrupción del flujo sanguíneo en diversas zonas cerebrales. El estado de fuga y la amnesia global transitoria son un ejemplo de este tipo de amnesias agudas, que generalmente tienen un comienzo rápido y un curso breve.

Es interesante mencionar que también existen pequeñas amnesias diarias: olvidamos los rostros o nombres de algunas personas, el lugar donde dejamos nuestras llaves de la casa o los números telefónicos que sólo utilizamos una vez. Este tipo de olvido puede incrementarse con la vejez y es considerado normal en cierto nivel, ya que cuando se convierten en problemas discapacitantes, se consideran como trastornos de la memoria. Tal es el caso



de la enfermedad de Alzheimer, en la que existe un deterioro progresivo grave e incapacitante en la memoria. Esta enfermedad se presenta cuando se acumulan proteínas mal formadas en el tejido cerebral y como consecuencia se presenta una muerte neuronal exacerbada y progresiva. Las áreas cerebrales que más se ven afectadas en esta enfermedad son la corteza cerebral de los lóbulos parietal, temporal inferior, la corteza límbica y el hipocampo. Las consecuencias de esta grave pérdida neuronal es, en primer lugar, la pérdida de la memoria reciente, luego de la memoria más remota y, por último, de la capacidad para reconocer a las personas y de ser una persona independiente.

Dentro de las amnesias, es común clasificar en dos tipos, dependiendo del tiempo, en amnesia retrógrada y amnesia anterógrada. La imposibilidad para adquirir nuevos recuerdos se denomina amnesia anterógrada. El caso de H. M. representa un tipo de amnesia retrógrada, y a pesar de todas las consecuencias negativas que representa esta condición, H. M. mencionaba que cada día era un día único. ¿Te imaginas cómo sería eso para ti?

Por otra parte, existe otro tipo de amnesia que consiste en la pérdida de recuerdos creados en épocas anteriores al momento de la lesión cerebral, denominada amnesia anterógrada.

## Apraxia

Otra alteración importante que involucra una alteración en la memoria implícita se denomina apraxia. Este problema se refiere a la “falta de acción o movimientos voluntarios”. Una prueba para evaluar las apraxias sería pedirle a una persona que realizara ciertos movimientos para saludar o decir adiós, esta persona se quedaría quieta o respondería con un movimiento completamente diferente a lo esperado. Algo interesante, es que los individuos con apraxia pueden realizar movimientos espontáneos de manera normal como cualquier otro sujeto, sin embargo, cuando se trata de seguir una instrucción para realizar algún movimiento, la dificultad comienza a presentarse. Se ha identificado que lesiones cerebrales en la corteza cerebral del lóbulo parietal y de la corteza premotora del lóbulo frontal pueden ocasionar algún tipo de apraxia.

## La memoria está en la cabeza

La memoria no está restringida a un solo órgano del encéfalo, sino a diferentes partes que, de acuerdo al tipo de memoria, puede presentar sitios específicos. Por todo lo que se ha revisado anteriormente, está claro que el origen de la memoria es orgánico, es decir, que su procedencia depende de órganos o áreas específicas cerebrales y no simplemente de procesos abstractos ajenos a una entidad material.

Dilucidar de qué manera el cerebro almacena la información, es algo que siempre ha intrigado al hombre.

La percepción corporal de que la memoria se siente en la cabeza, intuitivamente parece muy claro. Sería difícil pensar que la memoria tiene su origen en el pecho, en los brazos o en el estómago.

A través de los siglos y desde que el hombre ha tenido uso de razón, se sabe que un golpe en la cabeza puede producir amnesia o pérdida de la memoria, mientras que la afectación de cualquier otra parte del mismo, no produce ningún tipo de amnesia.

Igualmente, a través del tiempo se han planteado muchas hipótesis para determinar qué fenómenos biológicos pueden explicar los mecanismos mediante los cuales el cerebro almacena la información y es capaz de evocarla, tomando en consideración la unidad anatómico–funcional del sistema nervioso que es la neurona. Sin embargo, parece imposible concebir que una neurona única sea la responsable de que una persona recuerde lo que ocurrió la noche del 15 de septiembre de 1810. Necesariamente se debe de pensar que eventos tan complejos requieren de un substrato neuronal más complejo, es decir, de una red orgánica que interaccione con un gran número de neuronas.

Como detalle anecdótico en la búsqueda de respuesta de cómo y en dónde se guarda la memoria, un científico a principios del siglo pasado realizó el siguiente experimento:

Colocó una rata en un laberinto y contó el tiempo que tardaba en encontrar la salida. Al día siguiente volvió a colocar la rata en el mismo laberinto y la rata tardó menos tiempo en encontrar la salida e igualmente así al día siguiente, hasta encontrar que ya no

se reducía el tiempo para llegar a la salida. Su conclusión fue que la rata ya había aprendido el camino para hallar la salida y esa información ya estaba grabada en su memoria, en su cerebro. Posteriormente sacrificó a la rata que había aprendido la lección y le extrajo el cerebro. Se lo dio de comer a otra rata que nunca había estado en el laberinto y resultó que esta última encontró la salida en el mismo tiempo que la rata primera en su último día. Su conclusión fue que en el cerebro existen sustancias responsables de contener la información almacenada y que pueden ser incorporadas a otro individuo. (Se podría imaginar qué les ocurriría a las personas que comen tacos de sesos de buey, es fácil de suponerlo: nada.)

Efectivamente, esta anécdota es uno de los tantos fraudes científicos que se cometen en el campo de la investigación, pero que ejemplifican por diferentes razones la naturaleza humana ante la búsqueda de la explicación de lo desconocido.



## La raíz biológica de la memoria

La conducta humana es el resultado de la interacción de factores genéticos y ambientales. En los seres humanos existen comportamientos innatos, independientes del aprendizaje y condiciones culturales, así como conductas definidas por procesos aprendidos que se establecen como circuitos neuronales en etapas muy tempranas de la vida.

No existen dudas de que el componente genético juega un papel importante en la génesis de las conductas normales. Asimismo, un gran repertorio de conductas humanas (angustia, alegría, miedo, ansiedad) es universal e independiente de la educación y del entorno cultural.

El determinante adquirido más importante para modificar la conducta humana es el aprendizaje, y la consecuencia de su

persistencia: la memoria. Estos procesos son más persistentes cuanto más temprano es el momento de la vida en que se adquirieran. Es aquí donde toma particular importancia la relación del recién nacido con su ambiente familiar. De la misma forma que un gato recién nacido privado de la visión de un ojo desarrolla alteraciones en la corteza visual del lóbulo occipital; también un niño con una mala o insuficiente relación afectiva en las primeras etapas de su desarrollo, presentará alteraciones en su reactividad emocional en el resto de su vida.

La memoria implica el registro, fijación y consolidación de las conductas aprendidas. Se denomina “engrama” al conjunto de cambios neuronales que se producen durante el proceso de la memoria. Los engramas son resultado del aprendizaje y comprenden cambios bioquímicos y estructurales en los circuitos neuronales participantes. En general, representan una modificación de la eficacia de los contactos inter-neuronales de dichos circuitos.

La memoria es un cambio más o menos permanente en los mismos circuitos neurales que procesan la información sensorial. Por ejemplo, en el sistema visual, la corteza



inferotemporal (última área en el proceso de análisis de la forma), es, además de corteza sensorial secundaria, sitio de almacenamiento de engramas visuales.

Una forma de demostrar el almacenamiento de engramas en áreas sensoriales de la corteza cerebral, es mediante la estimulación con microelectrodos de las distintas cortezas sensitivas. La estimulación eléctrica de ciertas áreas de corteza auditiva produce ruidos, es decir, sensaciones sensoriales sonoras elementales. Cuando se estimulan otras áreas de la misma corteza auditiva, se producen sensaciones complejas como melodías, palabras audibles, etcétera.

Debido a que un acontecimiento es analizado en sus variados aspectos en paralelo y por diversos sistemas neuronales, puede decirse que la memoria es localizada, ya que áreas individualizables procesan aspectos específicos de un estímulo con diferentes aristas sensoriales; y por otro lado, puede ser generalizada, ya que se activan de forma simultánea numerosos sistemas en la representación interna del mundo que se percibe tanto desde el interior mismo del individuo como del ambiente exterior.

La razón fisiológica de la fijación de los engramas de la memoria, que constituyen una porción ínfima de la masa de información que circula por las áreas de procesamiento sensorial, es que se produce la activación simultánea del sistema de motivación (sistema límbico). Es por eso que se recuerda con mayor eficiencia aquello que ha tenido un cierto matiz emocional.

La memoria declarativa implica los mecanismos cognitivos por los cuales se recuerda, incluyendo la posibilidad de la expresión verbal de un acontecimiento pasado y que al perderse, comúnmente se conoce como amnesia.

La memoria reflexiva se refiere al proceso de aprendizaje motor y no requiere participación de la cognición; implica los distintos matices, fijados por la experiencia y repetición de una acción motora.

En general, la memoria de corto plazo está intacta en los amnésicos declarativos. Es la memoria de largo plazo la que desaparece. Así, por ejemplo, el enfermo amnésico puede retener de forma normal una lista de números por varios minutos si mantiene la atención en la prueba, pero la pierde inmediatamente si se distrae.

Las memorias reflexiva y declarativa implican estructuras diferentes. La lesión de varias estructuras cerebrales afecta al condicionamiento clásico y, por lo tanto, a la memoria reflexiva (la lesión de la amígdala interfiere con los cambios de frecuencia cardíaca inducidos por condicionamiento clásico; las lesiones cerebelosas alteran el condicionamiento del parpadeo, etc.). En cambio, la memoria declarativa queda afectada por la lesión bilateral del lóbulo temporal (hipocampo) o del diencefalo (los cuerpos mamilares).

La memoria reflexiva es filogenéticamente muy antigua (existe ya en invertebrados). La memoria declarativa es reciente y acompaña al desarrollo del hipocampo y estructuras diencefálicas. Podría así hablarse de memorias consciente e inconsciente, con mecanismos y procesos independientes.

En las lesiones que producen amnesia declarativa no hay modificación de la memoria ya adquirida, sino que hay modificación de la fijación de los engramas.

Prueba de esto es que por disección del hipocampo bilateralmente, la memoria almacenada no se modifica, ni tampoco se altera la

memoria de corto plazo que implica mecanismos independientes del sistema límbico.

La capacidad para el almacenamiento a largo plazo de los engramas depende tanto de cambios neuronales plásticos en la zona de procesamiento sensorial más elevado, como de la integridad de los circuitos motivacionales vinculados al sistema límbico (sólo se recuerda lo que fue fijado con cierto contenido emocional).

La información sensorial que llega a la corteza cerebral se fijará como engrama si se produce la activación simultánea del sistema motivacional. Las partes constitutivas del sistema límbico que más influyen sobre el proceso de memoria son: la formación reticular, el septum, la amígdala, el hipocampo y ciertas porciones del hipotálamo.

¿Qué les pasa a las neuronas cuando guardan información?

Para comprender lo que la memoria puede significar a nivel celular, es necesario establecer conceptos básicos de cómo funciona una neurona y posteriormente qué eventos

biológicos subyacen al almacenamiento de la información.

La excitabilidad neuronal se puede definir como la capacidad para responder a un estímulo. Cuando pensamos en cómo funciona una célula muscular, imaginamos una acción de contracción, así como una célula de defensa del sistema inmunológico fagocitándose a la bacteria, pero una neurona, ¿qué sabe hacer una neurona? La respuesta es simplemente excitarse.

El fenómeno de excitación se refiere a que la neurona tiene un nivel de trabajo en reposo en el que ciertas cantidades de partículas cargadas eléctricamente, llamados iones (como el sodio, el potasio y el cloro), generan un estado de espera disponible para que cuando llegue un estímulo adecuado (eléctrico, químico, luminoso, térmico, etc.), cambie las propiedades eléctricas que hacen que se libere de esta neurona el mensajero químico llamado neurotransmisor. En este punto es donde participa otro ion que es el calcio, quien hace que la vesícula sináptica, que contiene al neurotransmisor, se fusione con la membrana plasmática y sea liberado hacia el espacio para

encontrarse con los receptores de la membrana postsináptica. Este mensajero químico va a ser el responsable de que la neurona contigua o con la que se hace sinapsis, se active y genere otro cambio eléctrico. Esta respuesta de cambio del estado electroquímico de la neurona se conoce como “potencial de acción” o de una manera más simple, impulso nervioso. Así es como se propaga la actividad eléctrica de neurona a neurona y cualquier alteración en la velocidad de la propagación va a afectar la calidad de la función, desde una red neuronal simple, hasta la actividad compleja de un órgano encefálico.

Justamente en este nivel es donde se da la memoria. En las neuronas pueden ocurrir eventos como un incremento en los niveles iónicos, como lo son los de potasio y calcio, la activación de ciertas enzimas de las membranas neuronales conocidas como ATPasas, un aumento tanto en la síntesis de proteínas como en el número de contactos sinápticos (aumento de las espinas dendríticas), así como una mayor liberación de neurotransmisores.

Cuando la información viaja convertida en señales bioeléctricas y llega a las di-

ferentes áreas encefálicas, se pueden generar tres tipos de memoria, de acuerdo al tiempo de retención de la información: la memoria a corto plazo, que está en función de minutos e implica solamente cambios en los iones y en la liberación del neurotransmisor; la memoria a mediano plazo, que conlleva horas o en ciertos casos días y es donde se activan iones, neurotransmisores y enzimas. Finalmente, la memoria a largo plazo, que implica días, semanas, meses o toda una vida y aquí participan los elementos anteriormente mencionados, más la expresión de genes y síntesis de proteínas y la aparición de nuevos contactos sinápticos. En este último caso de memoria a largo plazo, es donde se presentan cambios morfológicos en patologías como el Alzheimer. Este hecho explica la propiedad amnésica de drogas bloqueantes de la expresión de genes y la síntesis de proteínas en animales de experimentación.

Por lo tanto, una buena memoria biológicamente constituida sería aquella que presente la infraestructura neurológica suficiente que le permita tener una dinámica más fluida de los tres tipos de memoria, de acuerdo al

tiempo de retención; por ejemplo, una mayor velocidad de conducción nerviosa (flujo de iones y liberación de neurotransmisores), un incremento tanto en la actividad enzimática como en la expresión genómica y la síntesis de proteínas y, finalmente, un aumento en el número de contactos sinápticos.

## Las hormonas moduladoras

Existen factores que pueden influir en la calidad de la memoria, como lo pueden ser las hormonas. Una gran cantidad de evidencias apoyan la idea de que las hormonas, bajo ciertas circunstancias, pueden actuar como moduladoras en la calidad de la memoria-aprendizaje. Por ejemplo, la extracción de la glándula adrenal deteriora diversas formas del aprendizaje.

La glándula adrenal presenta una corteza y una médula. La médula sintetiza y secreta las hormonas llamadas catecolaminas, que incluyen a la adrenalina, noradrenalina y dopamina. Por otro lado, la corteza adrenal libera básicamente glucocorticoides, mineralocorticoides y andrógenos.



Se ha encontrado que en sujetos bajo un entrenamiento sobre una actividad específica, sus niveles de catecolaminas permanecen relativamente constantes; sin embargo, cuando se les aplica adrenalina o noradrenalina, la retención sobre esa actividad es mayor. La extrapolación en carácter de hipótesis, es que cuando un sujeto se encuentra en condiciones de estrés, éste recuerda con mayor claridad y viveza el suceso. Existen dos explicaciones para este hecho: primero, que la adrenalina liberada por la glándula adrenal estimula a estructuras del sistema límbico y esto potencia los niveles de disparo de la fibras nerviosas, en el locus ceruleus, que proyecta a regiones del cerebro que involucra a áreas de almacén de memoria como la amígdala y el hipocampo. Segundo, que la adrenalina induce una movilización de glucosa de los reservorios de hígado y músculo y, por lo tanto, ésta aumenta en sangre. El proceso de memoria-aprendizaje requiere de glucosa, por lo que un incremento de este azúcar facilita dicha función.

Las influencias hormonales como las inducidas por la corticotrofina, la vasopresi-

na o las catecolaminas circulantes, modulan la memoria a nivel de la formación reticular.

Existen otras hormonas que pueden modular la memoria-aprendizaje. Tal es el caso de los péptidos, opioides, endorfinas y encefalinas. Estos péptidos se encuentran tanto en la periferia como en el cerebro y disminuyen el nivel de memoria-aprendizaje. Esta observación se obtiene de manera experimental cuando se aplica un inhibidor opiáceo, como lo es la naloxona, y el almacenamiento de la memoria se facilita.

Además de las hormonas mencionadas anteriormente, se han relacionado con la modulación facilitadora de la memoria a otras hormonas como la vasopresina y colecistocinina, sin embargo, aún quedan por definir sus posibles mecanismos. De manera contraria, la oxitocina, otra hormona liberada por la neurohipófisis, reduce la retención de información de manera importante. Igualmente está bien establecida la relación de las hormonas sexuales con la memoria-aprendizaje. Tanto los estrógenos (hormonas fundamentalmente femeninas) producidos por los ovarios, como la testosterona (hormona

principalmente masculina) producida por los testículos, favorecen la capacidad retentiva de información. Se plantean dos posibilidades mediante las cuales tienen su efecto biológico: por un lado, dichas hormonas activan parte del sistema límbico y generan un estado emocional con mayor motivación, y por el otro, se incrementa el umbral de excitación de neuronas del hipocampo haciendo una mejor retención de la información.

Por otro lado, aunque no son hormonas, algunos neurotransmisores están bien caracterizados en su participación para el establecimiento de la memoria. Tal es el caso de la acetilcolina, el glutamato, la sustancia P y la serotonina. Estos mensajeros químicos trabajan en áreas del encéfalo transmitiendo la señal de neurona a neurona en la compleja red del tejido nervioso. Cualquier alteración en su síntesis, liberación, recaptura y recepción alterará la calidad de la memoria.

## El estrés bloqueador

El estrés en fisiología se define como una alteración en el medio interno, es decir, en el am-

biente donde las células realizan sus funciones poniendo en riesgo la homeostasis o equilibrio. El ambiente donde trabajan las células requiere condiciones estables de temperatura, de nutrientes, de la eliminación de desechos, del nivel de acidez, de las concentraciones de oxígeno y bióxido de carbono, de los iones, de la hidratación, etc. Existe una gran variedad de agentes estresantes biológicos y psíquicos que pueden desencadenar respuestas innatas o aprendidas. Cuando hay una situación de estrés (aprendida), por ejemplo, en un examen o situación imprevista, la memoria a corto plazo se bloquea (disminución del flujo iónico y neurotransmisores). En el estrés de tipo crónico, se incrementa la secreción de hormonas como la adrenalina y el cortisol, que resulta en una disminución de la actividad bioeléctrica de las neuronas, así como las espinas dendríticas, afectando la calidad de la memoria. La liberación de carga emocional o el buen dormir (reducción del estrés), reconstituye la calidad de las respuestas neurológicas dependiendo de los acúmulos iónicos o de neurotransmisores, haciendo más ágiles a los circuitos existentes y facilitando la memoria.

De igual forma, bajo condiciones de estrés se liberan glucocorticoides y mineralocorticoides. Los mineralocorticoides llegan al sistema nervioso y facilitan la excitabilidad (disminuyendo su umbral) de las neuronas del hipocampo, lo que puede ocasionar una disminución en la calidad de memoria y aprendizaje. En el caso de los glucocorticoides, ya sea que se presenten por alguna razón en altas dosis o se mantenga elevada su concentración de manera crónica, deteriora de manera significativa la memoria-aprendizaje. Tal es el caso de los pacientes con síndrome de Cushing que tienen elevados los niveles plasmáticos de cortisol, pues sufren marcadas alteraciones cognitivas.

### Nutrición: somos lo que comemos

La nutrición, como en la mayoría de las funciones biológicas, es crucial al momento de abastecer los nutrientes necesarios para la actividad celular, ya sean energéticos, estructurales, etcétera. Está ampliamente aceptado que un estudiante mal nutrido presenta alteraciones en diferentes funciones intelectua-

les, entre ellas la de la memoria. Si hay una disminución en el aporte de carbohidratos o en la síntesis de proteínas (a base de aminoácidos) o en vitaminas, la actividad neuronal se ve disminuida y por ende la calidad de la memoria y del aprendizaje. Existen aminoácidos como la fenilalanina, el ácido glutámico y el triptofano que están vinculados directamente con la calidad de la memoria y éstos se encuentran normalmente en una dieta balanceada.

Alimentos que contengan antioxidantes tienen efecto neuroprotector y por tanto una mejor calidad funcional de neuronas implicadas en la memoria. Las vitaminas C, E y el beta-caroteno son de las más abundantes en frutas y verduras o como complementos nutricionales.

La serotonina se forma en las neuronas cerebrales a partir del aminoácido triptofano. Este aminoácido precursor se encuentra en proteínas de la carne, del pescado, de los lácteos, de la soya, entre otros. Los carbohidratos bajan el nivel de aminoácidos neutros, excepto el del triptófano, haciendo así que una cantidad un poco mayor de éste llegue

hasta el cerebro y pueda ser transformado en serotonina.

Si se ingiere un complemento nutricional que contenga lecitina de soya, vitaminas del grupo B y ácido pantoténico, se puede incrementar la capacidad retentiva de información. Este hecho ocurre por la mayor disposición para formar acetilcolina, el principal neurotransmisor de las vías neurales asociadas a la memoria. Un problema en la transmisión de la información entre neuronas encefálicas que trabajan con acetilcolina justamente es el Alzheimer.

### Concentración mental: el Om

La concentración es un hecho que favorece de manera significativa la consolidación de la memoria. Las rutas neurológicas establecidas para los componentes mnemotécnicos sin distracciones establecen contactos sinápticos más específicos que con menor esfuerzo se puede dar una evocación de los recuerdos más efectiva. Este proceso donde la conciencia por acción de la voluntad fija su atención a una información en concreto, favorece la me-

moria cognitiva (conceptual). En una mente de naturaleza muy volátil, es decir, donde la conciencia del objeto de interés no se mantiene fija, o en el momento de la atención se distrae con otro elemento diferente al central, las rutas neurológicas se disipan y no crean una línea única de acceso, por lo que el esfuerzo para grabar y evocar esa información será mayor. La claridad tanto en la información como en la finalidad de lo que se pretende retener, facilita el acceso a la memoria-aprendizaje.

### Motivación: el interés tiene pies

La motivación se basa en aquello que impulsa a un individuo a llevar a cabo ciertas acciones y establece una conducta hasta lograr cumplir el objetivo planteado. “El interés tiene pies”. Si hay una recompensa placentera o un castigo lo suficientemente intenso, el interés por retener la información se incrementa de manera significativa. El caso del estudiante desmotivado es casi un caso de amnesia consciente. Por esta razón, mantener al estudiante motivado es un reto constante para un académico,



en cuanto a inducir la retención de la información el tiempo que sea necesario.

Se sabe que las neuronas del cerebro anterior en el área segmentaria ventral y el núcleo accumbens, participan en la motivación, como la recompensa, la risa, el placer, la adicción y el temor. Estas áreas se conocen como el centro de recompensa del cerebro o centro de placer.

La corteza frontal del cerebro, el hipocampo y la amígdala participan en la memoria, y todas se proyectan al núcleo accumbens por ciertas vías excitadoras, por lo que la motivación (emoción) guarda una estrecha relación con la calidad de la memoria.

**Ejercicio mental: si no se usa, se atrofia**

Ejercitar la memoria o mantener un reto activo de memoria, facilita la capacidad de la misma para otras ocasiones. Igualmente en sentido contrario, el no realizar esfuerzos por recordar información y dejarlo a la espontaneidad (abulia del recuerdo), costará más trabajo para las siguientes ocasiones. Al ejercitar la memoria se produce una serie de eventos

neurológicos que se definen como “sensibilización o facilitación”, y que hacen que las neuronas involucradas en el proceso sean más fácilmente excitables que cuando se les “pide” recordar cierta información, pues el esfuerzo será menor. Cabe el refrán de que órgano que no se utiliza, se atrofia.

Acciones como el repetir, asociar, subrayar, el llevar orden en los apuntes, esquematizar, etc., son estrategias en el estudio que pueden facilitar la memoria y por tanto el aprendizaje y que no tienen que ver directamente con cambios neuronales, aunque en el fondo son formas de aprender a aprender y que se enclavan en la experiencia. El volumen cerebral no es factor que influya en la calidad de la memoria de un individuo; además, es incierto si existe un substrato genético respecto a si padres con buena memoria tengan hijos que hereden esa cualidad, como el caso de la historieta de Paco y Chuy.

El ejercicio físico: más sangre a la cabeza

La actividad muscular trae como consecuencia una demanda de nutrientes, de oxígeno

no, de movilización de reservas energéticas como las grasa, etc. que activan mecanismos homeostáticos que implican al sistema cardiovascular. Aunque la actividad mental ya de por sí reclama una aportación sanguínea específica para trabajar según su necesidad particular, por efecto secundario, el ejercicio físico incrementa la aportación sanguínea al cerebro y por lo tanto las neuronas tienen mayores disposiciones de nutrientes, de oxígeno, de movilización de grasas, de glucosa y, que de manera crónica, presenta una gran ventaja en contra del deterioro natural de la edad. Quizá una de las razones más importantes en los problemas neurológicos que implican fenómenos degenerativos es la falta de una adecuada irrigación sanguínea, por lo que el ejercicio físico es una de las maneras más sencillas de prevenirlos.

## Resumen

En resumen, si hay un estudiante “normal”, desnutrido, estresado, desconcentrado, desmotivado y con abulia del recuerdo, lo más probable es que al terminar el curso no re-

cuerde el nombre de su profesor y es posible que en su corteza cerebral, hipocampo, amígdala y órganos afines, los iones de sus neuronas se hayan ido por otro lado, que los neurotransmisores no se hayan liberado adecuadamente, que las enzimas no rompieran su substrato, que las proteínas no se hayan sintetizado correctamente y que el núcleo accumbens no lo esté motivando lo suficiente.

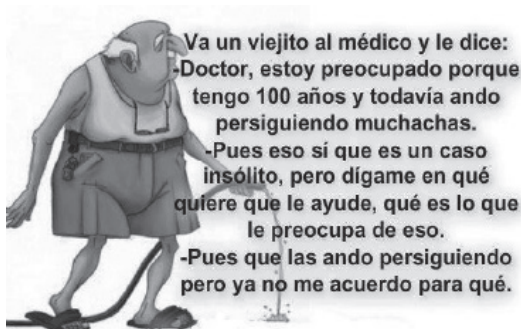
## El tesoro de la memoria

La paradoja del cerebro:  
si lo guardo, lo pierdo

“El cerebro es como un músculo,  
y ejercitar la memoria, una forma de gimnasia mental.  
Con el tiempo será más capaz, más rápido y más ágil.”  
Joshua Foer, campeón de memoria de EUA en 2006.

**D**esde que nacemos hemos sido dotados de una estructura biológica capaz de responder a los estímulos del ambiente y de adaptarse a los cambios que ocurren en el mismo. Esta capacidad del sistema nervioso de modificarse en función de las variaciones en la estimulación que le proporciona el ambiente, se llama plasticidad neuronal, y es quizá uno de los tesoros más valiosos que recibimos a través de nuestra dotación genética. Como

ya se revisó anteriormente, esta plasticidad neuronal es la base biológica del aprendizaje y la memoria. Estos procesos nos permiten entonces responder de manera adecuada al ambiente, pero dicho de esta manera, parecen poco relevantes y muy primitivos. Su importancia se manifiesta cuando nos enfrentamos a patologías donde se pierde parcial o completamente esta capacidad, como es el caso de las amnesias. Sin esta capacidad, seríamos novatos todo el tiempo, y dependiendo del tipo de amnesia podríamos incluso perder nuestra identidad y aprendizajes motores como el comer, ir al baño, caminar, como en algunos casos de degeneración neuronal avanzada.



Fuente. Disponible en: <http://www.chistes21.com/chistes/medicos/?pagina=15>. (2014)

La memoria es un proceso íntimamente ligado al aprendizaje, tanto que, de hecho, parece imposible distinguirlos. Ya que si bien tradicionalmente decimos que el aprender es una modificación del comportamiento y la memoria es la responsable de almacenar dichas modificaciones y de recuperar lo aprendido para su uso en otras ocasiones, en realidad, comprobamos que aprendimos algo hasta que se presenta la oportunidad de realizar la acción aprendida. Por ejemplo, decimos que aprendimos a andar en bicicleta en la medida en que cuando se presenta la oportunidad de montarla lo hacemos, mantenemos el equilibrio y avanzamos sobre ella, si esto no ocurre no podemos hablar de aprendizaje.

En ese sentido, el aprender siempre es un verbo, es decir, una acción, pero no es una acción particular o específica como lo serían el verbo correr o caminar. Si decimos “Pedro corre”, inmediatamente podemos pensar en lo que la acción implica, imaginamos a Pedro desplazándose a gran velocidad sobre el movimiento de sus pies. No obstante, si decimos “Pedro aprende”, no hay una acción concreta que podamos imaginar. No es claro lo que

hacemos cuando aprendemos. Sin embargo, aprender siempre implica la realización de la acción que se quiere aprender. Por lo tanto, los aprendizajes y el recuerdo de ellos pueden mantenerse, mejorarse y hacerse más eficientes en la medida en que estamos en constante práctica y retos cotidianos. Por ejemplo, la única manera en que podemos aprender a tocar un piano es tocándolo, claro que aprendemos bajo ciertas estrategias para que la ejecución que hacemos en el piano cumpla con ciertos criterios, como lograr una melodía armoniosa entre otros. No obstante, cuando aprendemos una clase de historia, ¿cuál es la acción que estamos realizando? El criterio para decir que aprendí una lección de historia generalmente es que pueda relatar, describir los hechos que ocurrieron en un periodo específico, así que la acción será saber declarar ciertos hechos, lo cual implica un tipo de memoria llamada declarativa, a diferencia de la memoria procedimental que implica los aprendizajes de destrezas o habilidades motoras como la de tocar el piano. Pero la dificultad está en que los hechos que hay que recordar en una lección de historia, son hechos



que en realidad no experimentamos, es decir, no ocurrieron en nuestra vida, por lo que recordar eso es más complicado que recordar nuestra primera cita. Sobre todo porque es más fácil recordar lo que tiene relevancia y significado para nosotros. Esto también explica, en parte, por qué es más fácil recordar esa primera cita aunque haya sido hace varios años, que dónde puse las llaves hace cinco minutos. Además de que es más importante emocionalmente la primera cita que el sitio donde coloqué las llaves, este segundo acto que debo recordar es de la vida cotidiana y se vuelve automático, por lo tanto es más difícil hacerlo consciente, pero si tengo el hábito de dejarlas siempre en el mismo sitio, basta con ir a revisar ese sitio y seguro ahí estarán, aunque yo no recuerde haberlas dejado ahí, esto es porque se ha convertido en un movimiento automático, esta memoria de tipo procedimental es la que más persiste. El problema surge cuando por alguna razón hemos interrumpido ese patrón motor de dejar las llaves en su sitio y las dejamos botadas por algún lugar extraño de la casa. Entonces, la tarea de buscarlas se vuelve toda una odisea, donde los

lugares menos comunes se vuelven posibilidades reales de encontrarlas, hasta el refrigerador debe ser considerado si lo usamos en esos últimos cinco minutos cuando traíamos las llaves. Todo adquiere sentido cuando conocemos cómo aprendemos y recordamos y entonces nos proponemos aprender a aprender y a recordar.

En esta sección señalaremos algunas estrategias derivadas de investigaciones y algunas técnicas de memorización que utilizan los campeones mundiales de memoria. Una memoria prodigiosa puede abrir un sinfín de posibilidades profesionales y personales. Como a Paco, el de nuestra historia, que ha mejorado mucho en su clase de historia gracias a las siguientes estrategias, dicho cambio que ha dado ahora pondrá un mundo de posibilidades a su alcance que antes no eran ni consideradas para él. Por ejemplo, quizá nuevas ideas surjan y estimulen su curiosidad a partir de la información que ahora sí está entendiendo; el profesor ya no lo verá como el alumno rezagado, y quizá hasta le compartará más conocimiento por sentir que puede trascender a través de su alumno; al elevar sus

calificaciones en esa y otras materias, puede aspirar a otras universidades, a una beca; alguna chica de la clase quizá tome interés en conocer más sobre Paco por su desempeño sobresaliente, entre otras oportunidades que surgirán de ese cambio. También señalaremos algunas estrategias y recomendaciones para proteger, en la medida de lo posible, las funciones cerebrales de deterioros por el envejecimiento o las enfermedades.

### Cómo desarrollar “las memorias”

“Tras un año intentando mejorar la memoria, mi retentiva numérica se había duplicado. Pero salí a cenar y olvidé que había llevado el coche.”

Joshua Foer.

Los logros en el área de las neurociencias, es decir, de aquellas disciplinas como la biología, la fisiología, la neurología, la psicología, entre otras, que han contribuido en la comprensión del funcionamiento del sistema nervioso, nos han revelado que la complejidad de este sistema es aún muy superior y que aún nos queda mucho por comprender. Sin embargo, tam-

bién nos han provisto de información valiosa para mejorar y mantener nuestras funciones cerebrales y mejorar nuestras interacciones con el medio que nos rodea.

Como ya hemos visto, cuando hablamos de memoria, en realidad no nos referimos a un proceso específico, mucho menos a un área específica del cerebro. Las investigaciones científicas han señalado que el cerebro funciona haciendo redes entre neuronas de distintas áreas y que la memoria es, pues, una colección de habilidades que usan diferentes sistemas neuronales. Existen además varios tipos de memoria, que ya fueron descritos anteriormente. Cada una de ellas implica estructuras cerebrales distintas y una estimulación distinta del ambiente. Por tanto, podríamos hablar de “memorias”, en lugar de “memoria” en singular. Algunas estrategias que se presentarán influirán en un tipo particular de memoria, mientras que otras pueden influir en todas las memorias.

## Las emociones a tu favor

“Si el ser humano no tropieza más veces con la misma piedra es porque tiene memoria del pie, de la piedra, del tropiezo y, sobre todo, del dolor que le produjo.”

Facundo Manes, de su libro Usar el cerebro.

Las emociones como el miedo, la rabia, la tristeza, entre otras, provocan que el ser humano actúe. Éstas tienen un rol preponderante en la consolidación de la memoria, debido a que contribuyen en la identificación de lo que es relevante recordar y de lo que no, permitiendo así la selección de las experiencias y aprendizajes relevantes de nuestras vidas, todo lo que es digno de ser retomado en el futuro. Si almacenáramos todo lo que vivimos y experimentamos, nuestro sistema colapsaría como el de un celular o una tablet cuando está sobresaturado de información y se queda completamente inhibida para cada cosa que le pedimos hacer.

Las reacciones fisiológicas que ocurren durante la experimentación de las emociones favorecen que la situación y la forma en que reaccionamos sean recordadas para aplicar-

se en situaciones futuras. Considérese el siguiente ejemplo:

Rogelio estaba interesado en Karla cuando estudiaban juntos en la secundaria, en una ocasión la vio llegar temprano a la escuela y mientras esperaban al profesor y a los demás compañeros en el salón de clase, sintió cómo se aceleró su corazón, sus manos comenzaron a sudar y sólo podía pensar en que debía aprovechar el momento para decirle algo e invitarla a la fiesta de graduación, tenía unos cinco minutos antes de que llegara alguien más y lo arruinara todo, pero sintió cómo sus músculos se paralizaban al intentar dirigirse hacia ella, el miedo lo invadió y el tiempo pasó, la oportunidad se esfumó ante sus ojos cuando vio entrar a Jorge, su mejor amigo, que comenzó a sacarle plática y burlarse de los chicos que él llamó “cursis” por invitar a las chicas al baile de graduación. Rogelio se sintió aliviado por no haberla invitado, porque al menos se escapó de la crítica de Jorge y del ridículo si ella hubiera dicho que no. Pero a la semana se sintió tremendamente triste cuando

vio a Karla llegar acompañada el día de la graduación. Tres años después, una tarde, cuando Rogelio cursaba el sexto semestre de la licenciatura, se encontraba nuevamente solo en el aula con Araceli, la chica delgada que se sentaba a dos filas de con él y que era bastante de su agrado, era el intermedio entre una clase y otra y todos los demás habían ido a comer, en ese momento su corazón comenzó a latir con fuerza y todas las demás reacciones hicieron que recordara lo que le ocurrió con Karla, así que se dirigió decidido hacia Araceli y con la voz temblorosa y algo sonrojado la invitó a la cafetería, estaba convencido que sólo así tendría una oportunidad y esta vez no la dejaría pasar.

En la historia anterior, fueron las reacciones fisiológicas similares las que evocaron el recuerdo de un fracaso y que llevaron a Rogelio a actuar diferente.

Por su parte, el estrés, que es el conjunto de reacciones del organismo ante una situación amenazante, y que algunas de ellas fueron experimentadas por Rogelio en la his-

toria que acabamos de relatar, favorecen el recuerdo de ciertos detalles del ambiente, es decir, vuelve a nuestra memoria muy selectiva. Por ejemplo, podemos memorizar la estructura del techo que revisamos una y otra vez mientras tratamos de recordar las respuestas durante un examen y, sin embargo, interfiere con el recuerdo de otra información como la que intentamos recordar para contestarlo. Un cierto nivel de estrés es favorable para la memoria porque nos mantiene alertas, pero un nivel más elevado bloquea nuestra capacidad de recordar y de aprender. Por lo que resulta muy importante aprender a manejar el estrés. Diversas técnicas como la respiración profunda y lenta favorecen un estado de relajación, además de que oxigenan el cerebro favoreciendo los procesos de atención básicos para el aprendizaje y la memoria. Otra técnica consiste en contraer y relajar los músculos por grupos desde la cabeza hacia los pies o viceversa, de tal manera que disminuya la tensión muscular generada en los estados de estrés y permita disminuir dicha sensación. Otras estrategias de control de estrés consisten en asociar estímulos del ambiente con los



estados fisiológicos de relajación, por ejemplo, aprender a relajarnos en el aula viendo el techo fijamente y tarareando una canción mentalmente previo al examen, podría ayudar para que en el momento de la prueba sea utilizado como señal para nuestro organismo de relajarse, bastaría entonces con voltear al techo y tararear la canción mentalmente para inducir la relajación y entonces proseguir en la resolución del examen. No obstante, mantener un nivel bajo de estrés nos permitirá mantenernos alertas y atentos.

¿Cómo estás?

–No recuerdo

Diversas investigaciones han señalado que la memoria es dependiente del estado del organismo, es decir, el estado fisiológico vigente durante el aprendizaje puede actuar como señal durante el recuerdo. Los estudios que han dado evidencia de este fenómeno son aquellos en los que el aprendizaje de una tarea fue entrenado durante los efectos de una droga como la cafeína, y el recordar lo aprendido resultó más fácil cuando se volvió a consumir la

droga. No obstante, estos hallazgos se han extendido a cualquier estado fisiológico del organismo y de hecho han demostrado ser más efectivos en estados naturales del organismo.

Toma en cuenta, entonces, que el estado fisiológico de tu organismo en un determinado momento puede favorecer o interferir en la recuperación de lo aprendido, en función de si es similar o muy diferente al momento en que ocurrió el aprendizaje. Para ejemplificar el punto anterior, imaginemos que estudiamos para un examen de física dos días antes del examen, una hora después de haber comido, y de pronto, para el examen olvidamos desayunar y sentimos las tripas que rugen de hambre, el estado fisiológico en el momento del examen no corresponde al mismo en el que estudiamos. Esto hará más difícil recordar lo estudiado. Por lo tanto, es recomendable buscar las mejores condiciones fisiológicas, como estar descansado, sin hambre y bien hidratado, y que estas condiciones fisiológicas sean muy similares tanto en el estudio como el día en que necesitemos recordar lo aprendido. Considera además, que si estás recién comido o si comiste en abundan-

cia, los procesos digestivos pueden inducir sueño y disminuir el estado de alerta necesario para la concentración, por lo que es mejor esperar una hora después de comer e ingerir alimentos ligeros durante el estudio.

¿Dónde estás?

–No recuerdo, ¿qué hago aquí?

También se ha demostrado que la memoria es dependiente del contexto, debido a que no sólo las señales internas como los estados fisiológicos pueden facilitar un recuerdo, sino también las señales externas, es decir, del ambiente que nos rodea. El caso más claro que ejemplifica esto, es cuando estamos en la planta alta de nuestra casa en la habitación y de pronto decidimos bajar por un vaso de agua, cuando llegamos a la cocina resulta que no recordamos por qué bajamos, pero basta con regresar a la habitación de donde surgió la decisión y recordamos súbitamente el motivo por el cual fuimos a la cocina. Esto es explicado porque las señales del ambiente sirven como pistas para recordar cierta información, al relacionarse a su vez con estados

específicos del organismo, tal vez sentimos sed cuando estábamos en la habitación, pero al llegar a la cocina las señales del ambiente son otras y olvidamos qué hacemos ahí. Eso explica también por qué muchas veces ocurre que por más que nos proponemos que la próxima noche subiremos el vaso de agua antes de irnos a acostar, no es sino hasta que ya estamos en pijama en la habitación que recordamos que necesitamos el vaso de agua y nos obliga a bajar una y otra vez cada día. La recomendación en estos casos es relacionar lo que queremos recordar con el contexto donde debemos recordarlo. En el ejemplo antes mencionado, podemos poner en la puerta de la cocina una imagen desértica con una succulenta fuente de agua que nos haga referencia a la sed y al vaso de agua en la cocina, bastará con ponerlo un par de semanas o hasta que logremos recordar de forma automática llevar el vaso de agua a la habitación y luego podamos quitar la imagen posteriormente. También nos podemos valer de imágenes mentales, eso depende de la creatividad de cada quien.

## La práctica hace al maestro

Algunas investigaciones han revelado que el sobre-entrenamiento produce un efecto protector contra la amnesia o el olvido. Ratas y gatos entrenadas a presionar una palanca para evitar un choque eléctrico durante 5, 15 o 25 sesiones, fueron inyectadas con un fármaco que produce amnesia y se encontró una deficiencia significativa en la retención en los grupos entrenados durante 5 y 15 sesiones, es decir, estos animales no pudieron recordar que debían presionar la palanca para evitar el choque, pero no se encontró ninguna deficiencia en el grupo entrenado durante 25 sesiones.

Entre mayor sea el entrenamiento, el estudio o la práctica de lo que queremos aprender, mejor y más duradero será su recuerdo. Así que una de las claves para garantizar el aprendizaje de una lección o una habilidad es practicarla, estudiarla varias veces, más veces que sólo las necesarias para recordarla en un examen o un momento particular, porque el riesgo es que en realidad cualquier factor como el estrés nos haga olvidar lo que

creíamos haber aprendido. Recuerdo la frase de uno de mis profesores en la licenciatura: “Aprender para la vida y no para los exámenes”, si estudiamos y repasamos varias veces para recordarlo toda la vida será más que suficiente para acreditar un examen y seremos capaces de recordar esa información tiempo después, cuando nuestra vida profesional o personal la requiera o le encuentre una utilidad. A diferencia de lo que sucede cuando repetimos varias veces un número de teléfono que queremos marcar en minutos, y que una vez marcado, lo olvidamos.

Aumenta la intensidad del estímulo,  
rompiendo con lo cotidiano

Además del efecto del sobre-entrenamiento, diversas investigaciones han demostrado que aumentando la intensidad del choque eléctrico en lugar del número de sesiones en el entrenamiento con ratas y gatos de presionar la palanca para evitarlo, también se protege del efecto amnésico de las drogas. Esto último se relaciona con el apartado de las emociones y la memoria dependiente del estado. De acuer-

do a los resultados de las investigaciones antes mencionadas, si le damos un significado emocional a la información o habilidad que queremos aprender, necesitaremos de un menor tiempo o esfuerzo de repaso. Si el número de teléfono que quiero recordar es de la persona que me gusta y que por lo tanto pretendo marcarlo en varias ocasiones en mi vida, seguro lo recordaré por más tiempo aún después de marcarlo la primera vez.

Una vez que entendemos cómo funciona la memoria, podemos comprender por qué olvidamos tan fácilmente dónde quedó la pluma con la que estábamos escribiendo, dado que dejar estos objetos en alguna parte es uno de los sucesos más cotidianos y por lo tanto poco significativos, en cambio, es más fácil recordar el día en que conocí a mi pareja, incluso hasta los detalles; recuerdo cómo era el clima ese día, entre otras cosas. Los contenidos de las clases que llevamos diariamente también son parte de una rutina cotidiana y por lo tanto corren el riesgo de ser pasados a la bandeja de “papelera” con mucha facilidad.

Pero no te preocupes, rompe con la cotidianidad de la información que recibes y

será más fácil recordarla. Por ejemplo, puedes estudiar la información en un esquema con imágenes que tengan un significado importante para ti, en lugar de las presentaciones o los textos que siempre revisas, puedes usar también analogías y dar ejemplos a partir de tus experiencias. Usa tu creatividad, puedes inventar una historia o hacer una pintura sobre los elementos importantes, puedes inventar una canción, entre muchas otras cosas.

La frase citada antes de mi profesor en la licenciatura ha sido recordada con exactitud, a pesar de que han pasado muchos años, porque él la presentó en la primera clase y rompió un poco con lo esperado de ese día. Lo primero que hizo fue entrar al aula, y con su formalidad y seriedad que le caracterizaba, nos dio la espalda y escribió en el pizarrón “Aprender para la vida no para los exámenes”. Luego comenzó la presentación. El momento era propicio, todos estábamos expectantes, alertas, ansiosos de poder predecir cómo nos iría en su materia, y en lugar de escribir su nombre o el horario de la clase, escribió esa frase. Además, la escribió varias veces durante el semestre antes de iniciar la clase, nun-



ca la explicó, pero no fue necesario al menos para mí, me quedó muy grabada y ahora después de varios años ha adquirido un mayor significado.



## Estrategias de memorización

La repetición, la más básica  
pero menos efectiva

Una de las primeras estrategias que utilizamos desde niños para recordar algo es la de repetir la información. Un estudio con niños de 5, 7 y 10 años, donde se les mostraba siete dibujos y luego el experimentador señalaba de dos a cinco de ellos para que el niño lo recordara después de 15 segundos, el experimentador que había sido entrenado en la lectura de labios identificaba quiénes repetían abiertamente la información, y se observó que a partir de los 7 años apareció la repetición con regularidad y fue usada por la mayoría de niños de 10 años (85%). Sin embargo, otro estudio reveló que la diferencia en la repetición no radica en si lo hacen o no, sino en lo que repiten.

En un experimento con niños de edad preescolar y escolar, se les pidió que abrieran varias puertas y detrás de ellas había objetos y animales escondidos, a unos niños se les pidió que sólo recordaran los objetos y a otros los animales, se les permitió abrir las puertas todas las veces que necesitaran para recordar la información y se observó la estrategia que usaron. Los niños de preescolar abrieron todas las puertas indiscriminadamente y sin orden y repetían con movimientos de labios los objetos o animales que estaban detrás, mientras que los de edad escolar abrieron las puertas en un orden de sucesión y luego volvieron a abrir sólo aquellas que tenían los objetos o animales que debían recordar. Los niños de edad escolar recordaron un mayor número de objetos o animales correctos. Este experimento mostró que las estrategias de memorización son diferentes dependiendo del nivel de desarrollo, y que se van aprendiendo y mejorando. Los niños pequeños no fueron capaces de reconocer la información relevante que debían repasar y al repasar toda la información fue más difícil recordarla. En cambio, los de edad escolar pudieron seleccionar sólo

aquella información que necesitaban recordar y esa fue la que repasaron. De aquí surge un punto clave que nos lleva a la siguiente estrategia.

### La organización, reduciendo información

Si hacemos clasificaciones o relaciones entre la información que se debe recordar, resulta más sencillo. Para ejemplificar, realiza entonces el ejercicio siguiente:

Sin dedicar mucho tiempo, intenta recordar el orden de las siguientes figuras y sin repasar intenta dibujarlo o mencionarlo:

Nota: si puedes, registra el tiempo que te toma.



Figuras geométricas 1

Ahora intenta recordar el siguiente orden:



## Figuras geométricas 2

¿Cuánto tiempo te tomó en cada caso?

Como puedes darte cuenta, la información es casi súbitamente organizada al ver el segundo recuadro y, por lo tanto sólo necesita de un vistazo rápido para recordar las formas, tamaños y colores y al tenerlos organizados podemos reproducir el orden casi de forma inmediata.

Esto es algo que podemos hacer con la mayoría de la información, por ejemplo, la lista de compras del supermercado podría ser simplemente repetida una y otra vez hasta llegar al súper, pero además de que implica más esfuerzo, cualquier distractor puede hacer que se nos olvide. En cambio, si organizamos la lista por departamentos, por ejemplo: lo de perfumería, abarrotes, papelería, verdulería, etc., se simplificará. Al organizar, estoy reduciendo el número de cosas que debo recordar

por categoría y eso lo hace más fácil. No es lo mismo tener que recordar una lista de 25 artículos que 5 listas de cinco artículos y que además tienen una relación entre sí como el departamento en el que se encuentran.

Cotidianamente aplicamos esta estrategia, por ejemplo, al tener que recordar un gran número de dígitos. Véase el segundo ejemplo:

1876541987103175892.

Puedo memorizarlo así: 1876-5419-8710-3175-892

Mejor aún, observa que si los agrupo con algún sentido, esos números serán más fáciles de recordar: 1876/4/5, 1987/10/3, 1758/9/2. Ahora se ha simplificado y sólo tendría que memorizar tres fechas (año/mes/día) para recordarlos.

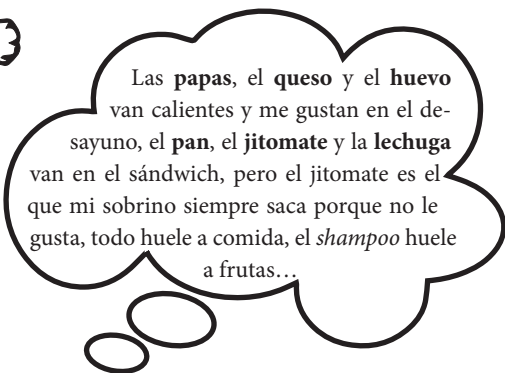
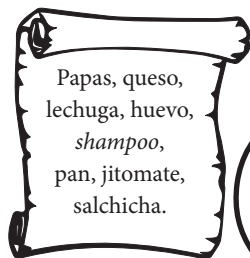
## Relaciona la información para recordar

Los ganadores de campeonatos de memoria han revelado algunas de sus estrategias para desarrollar su capacidad de memorizar, y una

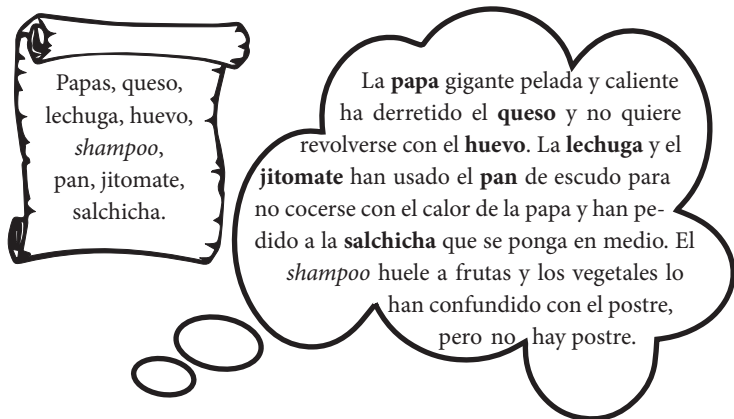
de las más comúnmente utilizadas es la de asociar la información que deben recordar con información que ya conocen y que es significativa para ellos. Nelson Dellis, tres veces campeón de memoria de EUA, ha llegado a memorizar el orden de 52 cartas de una baraja en menos de un minuto, el orden de 310 números en cinco minutos y el de 193 nombres en 15 minutos. Su estrategia consiste en relacionar cada palabra con imágenes que tengan significado para él y que además se relacionen con las demás palabras que está memorizando, así hace como una especie de cadena que cuando recuerda la primera parte de ella, surgen todas las demás palabras como si tirara de la cadena y cayera cada eslabón uno tras otro. Esto es lo que ocurre cuando aprendemos una canción, si recordamos cómo empieza, generalmente podemos continuar casi siempre hasta terminarla, pero si no recordamos el inicio, nos resulta muy difícil incluso recitar algo de ella. Así que el siguiente paso sería relacionar las palabras con imágenes de lugares conocidos que puedan servir de señal para recordarlo. Para ejemplificar esta estrategia, vea la siguiente lista de mercado, la nube del lado



derecho muestra un ejemplo de clasificación de la información con relaciones simples que podrían ayudar a recordar la información.



Estrategia 1. Clasificación.  
Ejemplos de estrategias para memorizar una lista de palabras. 1. Clasificación.



Estrategia 2. Clasificación y relación con la historia.  
Ejemplo de estrategia mixta. 2. Clasificación, relaciones entre ellas a través de una historia, que rompe con lo cotidiano.

La historia tiene el objetivo de relacionar las palabras entre sí y darle sentido afectivo a la información. Ahora bien, al inicio puede ser elaborado y tardado construir una historia, por lo que esta estrategia puede parecer poco útil, pero si se hace ese ejercicio varias veces al día con diferentes cosas o información, y se practica con regularidad por un tiempo, las relaciones e historias surgirán en el futuro automáticamente y sin ningún esfuerzo.



Fuente: disponible en: <http://diarioyogur.blogspot.mx/2011/10/mala-memoria.html>

Aprender los nombres de las personas es una habilidad que es más fácil para unos que para otros. Esta capacidad es la pérdida más frecuentemente referida entre personas de edad avanzada. Sin embargo, se puede superar con las técnicas antes mencionadas. El primer paso sería identificar una característica distintiva y asociarla a su nombre, si además hacemos rimas, será más fácil recordar. Por ejemplo: Ramona = ojona; Gilberto = mal ve; Rafael = formal es; Ramsés = triángulo al revés.

## Cómo preservar el tesoro

El envejecimiento, como casi todo proceso natural, es hasta ahora inevitable e implica varios cambios físicos, psicológicos y sociales, resultado de factores genéticos, sociales, culturales y del propio estilo de vida. Uno de esos cambios es la disminución gradual de la capacidad de plasticidad neuronal, es decir, disminuye el potencial de realizar nuevas conexiones neuronales, lo cual, entre otros factores, ha sido asociado al deterioro cognitivo de las personas de edad avanzada, como la disminución en la memoria.

No obstante, en la actualidad sabemos que es posible influir sobre nuestro envejecimiento reduciendo la probabilidad de que los cambios nos lleven a un deterioro importante, si atendemos a mejorar los estilos de vida y nos mantenemos activos. La prevención del deterioro significativo durante el envejecimiento debería iniciarse desde que somos bebés, pero nunca es tarde para empezar. A continuación se describen algunas recomendaciones para preservar las capacidades intelectuales, como el aprendizaje y la memoria.

## El arte como ejercicio cerebral

Recientemente, diversos estudios de neurólogos han mostrado que el arte, en sus diversas formas, produce el desarrollo de vías o conexiones neuronales específicas, diferentes a las de otras actividades, y que éstas parecen más resistentes a enfermedades cerebrales vasculares, traumáticas y neurodegenerativas como el Alzheimer. Casos de músicos, pintores y escritores que sufrieron de este tipo de enfermedades no perdieron sus habilidades artísticas en el transcurso de su enfermedad. Asimismo, se ha señalado que el nivel educativo, el bilingüismo y los estilos sanos de vida y el trabajo intelectual son protectores de pérdidas significativas en enfermedades de este tipo.

Por lo anterior, es altamente beneficioso procurar desarrollar una actividad completamente diferente de la que realizamos en

nuestras vidas laborales o cotidianas, cualquiera de las artes inducirá este potencial de reserva de las habilidades cognitivas.

## El lenguaje, un buen salvavidas

No obstante, hay un caso particular, el de los escritores que además de la creatividad que implica cualquier tipo de arte, se pone en ejercicio constante la capacidad lingüística y con ella el uso de un vasto vocabulario que, por otro lado, ha demostrado en sí mismo ser suficiente para proveer de una protección contra la neurodegeneración. Al parecer, entre más palabras conozcamos y usemos tanto de forma oral como escrita, favorece que haya conexiones más resistentes y los déficits en habilidades como la memoria tardarían más en evidenciarse ante la aparición de una enfermedad. Esto fue revelado en un estudio que se realizó en una comunidad numerosa de religiosas cuya vida media era superior a los 80 años y no presentaban la enfermedad de Alzheimer, tras estudiar minuciosamente su forma de vida, se encontró que la única diferencia con el resto de la población de esa

edad era que usan un mayor vocabulario y tenían diversas actividades intelectuales, entre ellas la de escribir.

Juegos de estrategia (ajedrez, rompecabezas, memoramas, ping pong)

Diversas investigaciones han mostrado que un ambiente con diversidad de estímulos y que proporciona retos intelectuales mejora el desempeño en varias tareas de memoria, y además minimiza las alteraciones que aparecen con la edad en varios tipos de memoria. Esta línea ha sido investigada por los modelos de “enriquecimiento ambiental” en diversos experimentos con animales, principalmente roedores, los cuales son colocados en jaulas con una mayor complejidad (variedad de objetos que proporcionan oportunidad para la estimulación visual, somato-sensorial, olfativa) y una mayor novedad ambiental (a través del cambio de los objetos y de su posición), y son comparados con el desempeño en tareas de memoria con animales en condiciones normales de laboratorio, donde sólo están en una jaula con aserrín, comida y agua. Los

animales con el ambiente enriquecido resuelven mejor las tareas de memoria, como laberintos o reconocimiento de objetos. Además, tienen mejor rendimiento en estas tareas los animales de mediana edad que estuvieron en ambientes enriquecidos, principalmente si este ambiente enriquecido fue proporcionado desde que eran jóvenes.

En el caso de los seres humanos, se ha visto que también entre mayores retos la vida cotidiana implique, más tardarán en aparecer síntomas de deterioro cognitivo. Por ejemplo, un mayor nivel educativo protege contra las manifestaciones de amnesias por deterioro cognitivo. Por lo que es recomendable mantener nuestra vida con retos constantes, como juegos de estrategia y de una variedad de estímulos, la clave del enriquecimiento ambiental parece ser la novedad, así que puedes realizar cosas tan simples como cambiar los muebles de lugar con regularidad en tu hogar, cambiar el mouse de posición en tu computadora, si eres diestro, ponlo en el lado izquierdo para que lo uses con tu mano izquierda, inscríbete a un curso de fotografía o literatura, o algo que no realices en tu quehacer diario.



Mantener las amistades, conversando con ellas y realizando actividades juntos es parte de procurar ese ambiente enriquecido, porque los amigos muchas veces son el elemento novedoso de nuestra rutina, se convierten en estímulos que proporcionan la oportunidad para ampliar el vocabulario, para la creatividad, nos proporcionan información novedosa y nos ponen en ocasiones retos. Si no hay de qué conversar, que no falte la partida de ajedrez o de ping pong que podamos tener.

Finalmente, no debemos olvidar que otros hábitos pueden resultar importantes, como una alimentación sana, balanceada, realizar ejercicio físico de forma regular y la sociabilidad, conversar con alguien más, escuchar y seguir su conversación ayudarán a mantener por más tiempo lo que se haya logrado mejorar en cuanto a memoria se refiere.

¿Qué es bueno para la memoria?



Disponible en: [http://diarioyogur.blogspot.mx/2011\\_10\\_01\\_archive.html](http://diarioyogur.blogspot.mx/2011_10_01_archive.html)

## Reflexiones

Sin memoria no existe aprendizaje, ni cabe utilizar posteriormente conocimientos, in-

formación o experiencias anteriores. Vivir es recordar y se vive y se sabe cuanto se recuerda (Lavilla Cerdán, 2011).

¿Qué recuerdas con más facilidad: la primera cita con el amor de tu vida (incluso si fue hace años) o lo que desayunaste el lunes pasado? Probablemente lo primero, aunque no será así si el lunes pasado desayunaste algo especial.

¿Qué acontecimiento evoca más recuerdos: el tsunami del 2004 o la última vez que llovió (a menos de que lloviera a cántaros)? ¿Qué nombre te sería más fácil recordar: Juan Pérez o Giorgos Psitiris?

¿Qué tienen en común todos los nombres, fechas, lugares y acontecimientos memorables? El hecho de que son extraordinarios. Lo que hace que algo sea memorable es que no es cotidiano ni monótono.

La razón por la que olvidamos dónde ponemos las llaves del auto o los lentes, es que dejar estos objetos en alguna parte es uno de los sucesos más comunes de nuestra vida diaria.

Imaginemos algunos casos hipotéticos que nos harán reflexionar sobre la memoria. Uno de ellos es el caso en el cual el cerebro de una persona pudiera ser trasplantado al cuer-

po de otra. ¿Qué elementos de ese cuerpo y ese cerebro pertenecen a una misma persona? Si Paco se hubiera sometido a un trasplante de cerebro para mejorar el desempeño en su clase, ¿podríamos seguir llamándole Paco?, ¿o su nuevo cerebro respondería a otro nombre? ¿Recordaría la infancia de Paco, sus amistades y los olores que experimentó desde niño y en la adolescencia?

Suponiendo que todos los retos metodológicos que implica el trasplante de cerebro estuvieran resueltos, aun así no tendría mucho sentido, porque las experiencias que Paco vivió han sido cuidadosamente seleccionadas por su relevancia y significado emocional en estructuras de su cerebro “original” como la amígdala y el hipocampo y no por el cerebro “nuevo”. El olor a tierra mojada que Paco experimentó en su niñez cuando llovía durante los veranos en casa de sus abuelos, y que de hecho lo ponen melancólico, después del trasplante no tendrían ese sentido, aunque de hecho la nariz fuera la misma y sus receptores de olfato fueran los mismos, las áreas de interpretación de esta información sensorial no tienen las mismas impresiones, porque fue-

ron expuestas en otro cuerpo a otras situaciones completamente diferentes. Por lo tanto, las experiencias que hemos tenido a lo largo de nuestra vida nos hacen interactuar de una manera muy particular y generalmente consistente con los demás.

Ahora bien, aunque se habla de almacenaje de información como metáfora del funcionamiento del cerebro con el de un procesador, no hay, de hecho, un sitio específico de almacenamiento, pues si bien se ha descrito que la amígdala y el hipocampo son estructuras que permiten almacenar las experiencias vividas, la recuperación de dicha información no sólo implica estas estructuras.

Siguiendo por esta reflexión, otros planteamientos se han puesto en el cine, como la posibilidad de borrar partes de la experiencia de nuestras vidas a través de una “reprogramación” del cerebro que elimine fragmentos de experiencias que por algún motivo negativo ya no se quieren recordar. Este hecho tampoco es técnicamente posible y mucho menos útil, porque no existe, como ya lo mencionamos antes, un sitio exclusivo de almacenaje de la información. Por ejemplo,

el concepto de “hielo” cuando piensas en esa palabra, un número importante de características salen a colación como frío, transparente, cúbico y otras asociadas al contexto salen también a relucir, tales como agua, bebida, invierno, etc. Las experiencias que tuvimos con el hielo son rememoradas con un gran número de características que pertenecen a distintas áreas de procesamiento perceptual, por ejemplo, la temperatura y la textura son procesadas en un sitio, en la corteza de las sensaciones somáticas, mientras otros aspectos como el color y la forma son procesados en otra, en la corteza visual. La forma de recuperar la información relevante del “hielo” puede implicar la activación de varias áreas, y los elementos que recordamos del “hielo” fueron seleccionados en relación con nuestra experiencia en el momento y en el pasado, por lo que no debe ser lo mismo para alguien que conoce por primera vez un hielo en verano, cuando debido al calor su familia hizo hielos para tomar bebidas refrescantes, que para otro que conoció el hielo en pleno invierno cuando granizó. Por lo tanto, querer borrar el recuerdo del “hielo” implicaría revivir todos

los momentos de la vida en que se estuvo en contacto con él o con elementos significativos de él, incluso con la palabra misma “hielo”, y borrar los cambios neuronales realizados en esos momentos. Esto necesariamente implicaría la pérdida de muchas otras vivencias que probablemente resulten significativas para entender el contexto y parte de nuestra historia de vida. Lo que daría un sinsentido a muchas de nuestras experiencias. Seguramente, nuestro recuerdo sería reconstruido para darle sentido, y aparecerían partes que nunca ocurrieron pero que recordamos con la seguridad de que ocurrieron. Lo que nos lleva a la siguiente reflexión.

### Las trampas de la memoria

La memoria no se refiere a un almacenaje de la realidad, como si se tratara de una video-grabación, por el contrario, lo que nosotros recordamos son partes seleccionadas de las experiencias que vivimos por su nivel significativo de acuerdo a nuestra historia. Las evidencias de esto están en los testimonios dados por personas que han presenciado un mismo

suceso y que, sin embargo, son incapaces de coincidir en el relato en algunos aspectos. Cada uno de los testigos se centra en aspectos de la escena o situación que están observando de forma diferente. Por ejemplo, de un paisaje de playa con niños jugando a la orilla del mar con una pelota, una madre recordará de la escena tal vez a los niños y el peligro que corren, un chico deportista probablemente recuerda los buenos pases que daba el niño mayor, mientras un enamorado recuerda la puesta de sol que ocurría atrás de la escena de los niños jugando, etc. Esto implicará que si les preguntamos por el color de la ropa de los niños o algún otro rasgo distintivo, alguno de ellos lo recuerde muy bien, mientras otros sean incapaces de decir con seguridad esa información.

Pero además, el recuerdo no es fidedigno en el sentido de que modifica los acontecimientos con detalles que no estaban presentes en el contexto original.

Durante un experimento, se les pidió a los participantes que leyeran historias y luego las contaran, ellos lo hicieron con cierta fidelidad pero las historias relatadas eran más



cortas y más coherentes que las originales. La investigación reveló que además, los participantes estaban más convencidos de su propia versión que de la original. Erick Kandel, uno de los más conocidos especialistas de memoria, señaló sobre este fenómeno que no se trata de que se invente, simplemente se interpreta el material original para darle así sentido al recuerdo.

Ejercicio:

Lea la siguiente historia y luego intente contestar las siguientes preguntas sin recurrir a la historia, sino a su recuerdo.

Margarita ha ido con un amigo al cine, cuando llegaron al lugar les costó trabajo elegir la película, no había películas de acción y sólo había una de terror y una romántica. Compraron los boletos después de 20 minutos de que habían llegado al cine y fueron a la dulcería. Entraron a la sala y Margarita no pudo evitar abrazar a su amigo mientras veían la película, pues estaba muy asustada.

Preguntas:

1. ¿Con quién salió Margarita?
2. ¿A dónde fueron?

3. ¿Vieron una película de terror o romántica?
4. ¿Había mucha gente al comprar los boletos?
5. ¿A su amigo le gustan las películas de acción?
6. Menciona los pasos que siguieron Margarita y su amigo para entrar a ver la película.

Checa tus respuestas y revisa la historia, apégate sólo a lo que viene en ella. ¿Contestaste alguna información que no se especifica en la historia? ¿Tu respuesta de la pregunta 4 y/o 5 es afirmativa? ¿Tu respuesta de la pregunta 6 incluyó formarse en la fila para comprar los boletos o incluyó la compra de algún producto de la dulcería como palomitas u otra cosa? Es probable que así haya sido, porque por el contenido de la historia es muy probable que eso haya pasado, pero nunca se especificó en ella.

## ¿Qué parte es verdad de lo que recordamos?

Según las investigaciones, podemos recordar las partes más importantes de un suceso, pero los detalles pueden ser ampliados para darle un sentido según nuestra experiencia, y además pueden ser afectados por el tipo de preguntas, cuando se hacen preguntas que sugieren la respuesta, porque al parecer nos basamos en lo que es lógicamente posible que ocurriera y no se evalúa lo que ocurrió. Por ejemplo, no es lo mismo preguntar ¿a qué hora llegó Juanito a la casa?, pues implica tratar de recordar lo más fielmente posible la hora en la que ocurrió eso, que preguntar ¿Juanito llegó tarde ayer? Eso implica una valoración más amplia y una posibilidad de que Juanito haya llegado tarde como suele hacerlo de costumbre, así que probablemente la respuesta sea sí, aún si llevar a cabo el esfuerzo de recordar la hora exacta. Por lo que si la respuesta sobre un suceso no necesariamente está basada en el recuerdo, y si el recuerdo además no incluye todo lo que sucedió sino sólo lo que fue elegido para recordar y además tiene detalles

ampliados que le dan mayor lógica y sentido para mí, entonces ¿podemos confiar en nuestros recuerdos?

## El futuro de la memoria

El hombre siempre ha jugado con su imaginación. Las nuevas tecnologías y los avances científicos nos han puesto al borde de lo imaginable, sobre todo en el aspecto humano y en cuanto a transformar nuestra propia realidad como entes biológicos o cibernéticos.

Modificar la calidad de nuestra memoria es un reto permanente para la inteligencia humana, mejorarla sin esfuerzo, adquirir una gran cantidad de datos en poco tiempo, evocar cierto contenido de información específica, olvidar información innecesaria o dolorosa, transferir información almacenada de mente a mente y muchas cosas más que resultan atractivas para las mieles de la imaginación.

Lo pequeño y lo rápido han sido conceptos clave para la evolución tecnológica. Un bulbo, un transistor, un chip y un microchip. La tendencia a la reducción de espacio comienza a dar sus frutos. Igualmente el co-

nocimiento sobre las zonas específicas donde se guarda la información en el cerebro, así como sus mecanismos fisiológicos plantean la posibilidad de que en un futuro próximo se puedan implantar USB tanto para bajar como para subir información, por ejemplo, del hipocampo. Quizá por ahora lo complejo es la interfase de acople entre ambos elementos, el electrónico y el nervioso. Técnicas que actualmente se emplean con bastantes limitaciones, pero ya con resultados, en resolver problemas visuales, auditivos y de telequinesis. O sería un poco más futurista que la información estuviera disponible de una nube virtual de información (Dropbox) y por medio de ondas inalámbricas llegara a nuestro receptor instalado intracerebralmente. Repetir de memoria la Biblia o el Quijote podría ser una realidad. Lo complejo de este resultado tiene que ver con la naturaleza humana, si se considera que el conocimiento es poder, quizá se llegaría al obscurantismo medieval donde el conocimiento se restringiría solo a cierto nivel social.

Los fármacos o medicamentos de nueva generación tienen propiedades cada vez más específicas. La creación de nuevas molé-

culas, el descubrimiento de receptores en diferentes áreas del cerebro, el establecimiento de los mecanismos moleculares de la memoria, permiten sospechar que en breve tiempo puede crearse una molécula o medicamento que favorezca la memoria. Tomarse una pequeña cápsula y contar con la agilidad de recordar parece sólo cosa de tiempo.

Existe información clínica confiable de que bajo un estado hipnótico, una persona puede recordar cosas pasadas con un alto nivel de precisión, a diferencia de cuando se encuentra consciente. El reto es encontrar la fórmula para entrar al banco de información inconsciente y rescatarla al plano de lo consciente. Parece que el camino para este abordaje es alguna técnica de control mental.

Si sabemos que la capacidad de memoria radica en áreas concretas del encéfalo como el hipocampo o la amígdala, la manipulación genética específica podría originar seres con estas zonas hiperdesarrolladas y por tanto con hipermnencias (supermemorias). Ello implicaría conceptos técnicos de transgénicos, mutaciones, transplantes, etc.

En el plano pesimista y en consideración a lo referido de que órgano que no se utiliza se atrofia, se podría pensar que la memoria “biológica” podría ser sustituida en gran medida por la memoria “virtual” externa, donde una insospechada cantidad de datos se puedan almacenar en un disco duro portátil o una usb con miles de terabytes o una nube (Dropbox) o un celular, o simplemente una computadora con acceso a internet. Quizá nuestro hipocampo se reduzca y se convierta en un hipo-hipocampo.





## Citas para recordar

Gracias a la memoria se da en los hombres lo  
que se llama experiencia.

Aristóteles (384 AC–322 AC). Filósofo griego.

Se llama memoria a la facultad de acordarse  
de aquello que quisiéramos olvidar.

Daniel Gélin (525 AC–456 AC). Poeta trágico.

Cada uno tiene el máximo de memoria para  
lo que le interesa y el mínimo para lo que no  
le interesa.

Arthur Schopenhauer (1788–1860). Filósofo alemán.

La memoria es el único paraíso del que no  
podemos ser expulsados.

Jean Paul (1910–1997).

Misionera yugoslava nacionalizada india.

¿Qué es bueno para la memoria?

La memoria es el centinela del cerebro.  
William Shakespeare (1564–1616). Escritor británico.

La tinta más pobre de color vale más que la  
mejor memoria.  
Proverbio chino.

La memoria es la inteligencia de los tontos.  
Albert Einstein (1879–1955).  
Científico alemán nacionalizado estadounidense.

La homeostasis entre el recuerdo  
y el olvido es necesaria, pues sería absurdo  
recordar cada detalle de nuestra experiencia,  
ya que no tendríamos tiempo para vivir el  
momento actual.  
JLQS (1960). UAA.

El auténtico arte de la memoria  
es el arte de la atención.  
Samuel Johnson (1709–1784). Escritor inglés.

Para ser feliz basta con tener salud  
y mala memoria.

Ingrid Bergman (1915–1982). Actriz sueca.

Si la genética guarda nuestra información  
biológica, nuestra memoria  
guarda la historia social.

JLQS (1960). UAA.



## Bibliografía

- Barrett, K. E., Barman, M. S., Boitano, S. & Brooks, H. L. (2010). *Ganong fisiología médica*. McGraw Hill.
- Braidot, N. (2012). *Sácale partido a tu cerebro: todo lo que necesitas saber para mejorar tu memoria, tomar mejores decisiones y aprovechar todo tu potencial*. Argentina: Garnica.
- Kandel, E., Schwartz, J., Jessell, T., Siegelbaum, S., Hudspeth, A. J. (2012). *Principles of Neural Science* (Kandel). Kindle eBooks.
- Kolb, B. & Wishaw, I. Q. (2002). *Una introducción. Cerebro y conducta*. Madrid: Médica panamericana.
- Kolb, B. & Whishaw, I. Q. (2006). *Neuropsicología humana*. Madrid: Médica panamericana.
- Mezquita Pla, C., Mezquita Pla, J., Mezquita Mas, B. & Mezquita Mas, P. (2011). *Fisiología médica: del razonamiento fisiológico al razonamiento clínico*. Madrid: Panamericana.

Quintanar Stephano, J. L. (2011). *Neurofisiología básica*. Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Squire, L., Bloom, F. E., Spitzer, N. C., Squire, L. R., Du Lac, A. S., Anirvan, G. & Darwin, B. (2008). *Fundamental Neuroscience*. Third edition. USA: ACADEMIC PRESS.



## ¿Qué es bueno para la memoria?

Primera edición 2016

El cuidado de la edición estuvo a cargo  
del Departamento Editorial de la Dirección General  
de Difusión y Vinculación de la Universidad  
Autónoma de Aguascalientes.