



NEUROFISIOLOGÍA DEL SUEÑO Y SU IMPORTANCIA EN LA MEMORIA

GUILLERMO MAYARES VILLEGAS*,
ANTONIO PONCE TECLA*

¿QUÉ ES EL SUEÑO?

El sueño es un estado fisiológico de alteración de la conciencia, el cual se caracteriza por la reducción reversible del umbral de respuesta a los estímulos externos, en general, acompañado de inmovilidad relativa (Kandel, Schwartz y Jessell, 2008). Se divide en dos etapas, por sus siglas en inglés, éstas son: REM (*rapid eye movement*) y N-REM (*no rapid eye movement*); este último, a su vez, se divide en cuatro estadios (Tortora y Derrickson, 2013).

* Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán",
Ciudad de México, México.
Contacto: guillermomayaresvillegas@gmail.com

Estadio 1: se le conoce como *estadio de transición* debido a que esta etapa en algunas ocasiones es el paso del sueño a la vigilia, dura de uno a siete minutos y no suele ocupar más de 5% del sueño total. La persona está relajada, con los ojos cerrados y tiene pensamientos fugaces, el tono muscular disminuye y la actividad motora puede persistir por varios segundos, así como contracciones musculares repetidas.

Estadio 2: también conocido como *sueño ligero*, durante este periodo resulta un poco más difícil despertar a la persona. Se pueden experimentar sueños fragmentados y los ojos pueden presentar rotación lateral lenta. En el electroencefalograma (EEG) se registran ondas kappa.

Estadios 3 y 4: estas dos etapas se conocen en conjunto como *sueño profundo o sueño de ondas lentas*, porque el umbral para despertar aumenta más que en el estadio 2 y en el EEG, estas etapas registran ondas lentas, también llamadas ondas delta, de gran amplitud.

Una persona pasa del estadio 1 al 4 del sueño N-REM en menos de una hora. Durante un periodo típico de sueño de 7-8 horas, hay de tres a cinco episodios de sueño REM, durante los cuales los ojos se mueven rápidamente en vaivén bajo los párpados cerrados (Tortora y Derrickson, 2013). El ciclo del sueño REM-N-REM dura de 90 a 110 minutos y se repite de tres a cuatro veces en el transcurso del sueño.

¿QUÉ ES LA MEMORIA?

La memoria es una de las funciones cerebrales más importantes que posee el ser humano, hace referencia a la codificación, el almacenamiento y la recuperación de la información aprendida (Purves, 2016). El término “consolidación de la memoria” se refiere a la estabilización y reforzamiento de la memoria, convirtiéndola en duradera. Esto incluye diversos procesos celulares y moleculares que ocurren a nivel sináptico neuronal; recientemente se descubrió que dichos procesos se producen principalmente durante el sueño.

Existen dos maneras de clasificar los depósitos de la información aprendida: una categorización temporal, que se divide en memoria inmediata, memoria de trabajo y memoria a largo plazo; y una clasificación basada en el tipo de conocimiento que el sujeto adquiere, la memoria declarativa y la memoria no declarativa (Payne, 2011). Con respecto a la primera clasificación, la memoria inmediata mantiene en la mente experiencia durante fracciones de segundos, la memoria de trabajo durante minutos y la memoria a largo plazo es cuando existe retención de la información en una forma más permanente de almacenamiento durante días, semanas o incluso durante toda la vida.

Por otro lado, en cuanto a la segunda clasificación, la memoria declarativa es aquella en la que una persona trae a la conciencia un recuerdo (por ejemplo, la capital de Francia o la cena de anoche), y la memoria no declarativa o de procedimiento es la que normalmente usamos sin recolección consciente (por ejemplo, andar en bicicleta, patear un balón de fútbol, conducir un auto) (Stickgold, 2005; Purves, 2016).



SUEÑO Y CONSOLIDACIÓN DE LA MEMORIA

Durante el sueño, la consolidación de la memoria es mayor que durante la vigilia, debido a que después de un periodo de sueño nocturno, la retención de información previamente adquirida es mayor que después de un periodo equivalente de vigilia (Cipolli, Mazzetti y Plazzi, 2012).

En la fase de ondas lentas del sueño N-REM se consolida la memoria declarativa, mientras que en la fase REM se consolida la memoria no declarativa y se le añade importancia emocional a los recuerdos. Las fases 1 y 2 del sueño N-REM también tienen funciones importantes, pero aún no se han estudiado adecuadamente (Diekelmann y Born, 2010).

Mientras dormimos, la memoria se consolida al mostrar recuerdos específicos durante el sueño (Kelemen y Born 2013). Un estudio realizado con tomografía por emisión de positrones encontró que las áreas del hipocampo que se activan cuando aprendemos algo se reactivan durante la fase de ondas lentas del sueño (Walker, 2009). En cuanto a la cantidad de tiempo que debemos dormir para consolidar la memoria, se ha demostrado que los beneficios del sueño con respecto a la memoria son más evidentes cuando se llevan a cabo rutinas de sueño de aproximadamente ocho

horas. Sin embargo, también después de siestas más cortas de una a dos horas puede mejorar la memoria de retención (Diekelmann y Born, 2010).

Un retraso breve entre aprender y dormir optimiza los beneficios del sueño para la consolidación de la memoria, debido a que existe mayor capacidad de memorización cuando los sueños ocurren pocas horas después del aprendizaje, en comparación con los que suceden mucho tiempo después (Diekelmann y Born, 2010).

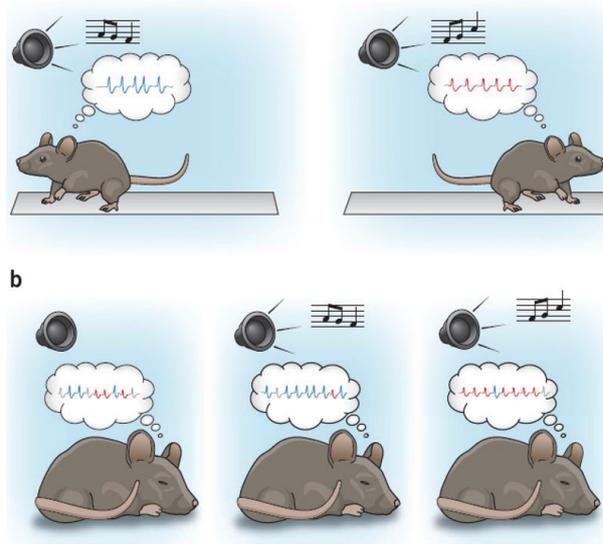


Reactivación y consolidación de la memoria durante el sueño (Gil, 2021).

ESTIMULOS SENSITIVOS

Un experimento que asoció estímulos auditivos y consolidación de la memoria descubrió que aprender algo mientras se escucha un sonido determinado ayuda a que lo aprendido se consolide en la memoria de manera más eficiente (Kelemen y Born 2013). El estudio consistió en entrenar a una rata para correr hacia el lado izquierdo en respuesta a un sonido determinado, y hacia el lado derecho en respuesta a otro sonido diferente. El desplazamiento hacia la izquierda y la derecha de la rata se asociaron con la actividad de diferentes poblaciones neuronales. Durante el sueño, la exposición al sonido del lado izquierdo hizo que las neuronas asociadas con correr hacia el lado izquierdo se reactivaran preferentemente; de manera análoga, cuando se reproducía el sonido del lado derecho las neuronas asociadas con correr hacia ese lado se reactivaron.

Se ha demostrado que los estímulos olfatorios brindan resultados similares, pero el grado de consolidación es menor en comparación con el estímulo auditivo (Kelemen y Born, 2013).



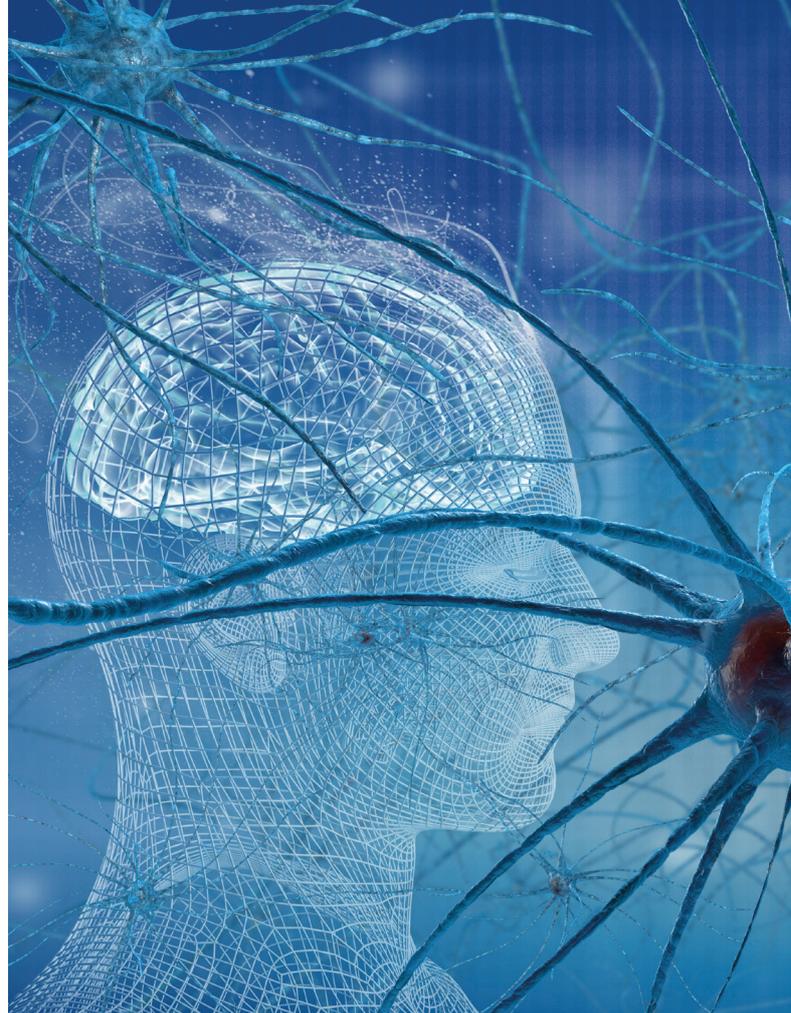
Estímulos auditivos y consolidación de la memoria (Kelemen y Born, 2013).

IMPORTANCIA EMOCIONAL DE LO APRENDIDO Y RECOMPENSA

Algo interesante que mejora la consolidación de la memoria es la importancia emocional que se le da a lo aprendido. A mayor grado de importancia emocional mayor es la probabilidad que soñemos lo aprendido y mayor probabilidad de que se consolide en la memoria. Además, la recompensa puede afectar la importancia emocional de un recuerdo, debido a que los recuerdos recompensados se pueden percibir como más importantes que el material carente de recompensa. En un estudio se tomaron dos grupos de personas a los cuales se les entrenó para realizar un ejercicio determinado. A los integrantes de un grupo se les ofrecieron recompensas si realizaban correctamente el ejercicio, mientras que a los del otro grupo no. Luego de observar los efectos del sueño sobre la memorización del ejercicio, se observó un mejor rendimiento en los integrantes del grupo recompensado (Diekelman y Born, 2010). Estos resultados explican, además, por qué es más fácil recordar situaciones interesantes y relevantes que hemos vivido (viajes, triunfos) en comparación con aquellas situaciones de menor importancia.

SUEÑO, COMPRENSIÓN Y RAZONAMIENTO

El sueño no sólo influye en la consolidación de la memoria, sino también en la comprensión y el razonamiento. Esto se dedujo como resultado de un estudio que consistió en mostrar a dos grupos diferentes de personas algunos problemas matemáticos, enseñándoles la manera correcta de resolverlos; después, uno de los grupos se expuso



a ocho horas de sueño mientras el otro grupo se mantuvo despierto; al final, les mostraron nuevamente algunos problemas matemáticos y se observó que las personas del grupo que durmió ocho horas tuvieron una mayor capacidad de comprensión y razonamiento para resolver los problemas en comparación con el otro grupo (Diekelman y Born, 2010).

¿PROLONGAR LA DURACIÓN DEL SUEÑO PROFUNDO?

Durante una conferencia, Daniel Gartenberg (2017), un destacado científico del sueño, expresó que el sueño profundo es la etapa más rege-



ENFERMEDADES QUE ALTERAN LA CONSOLIDACIÓN DE LA MEMORIA

El Departamento de Psiquiatría y Psicoterapia de la Facultad de Medicina de la Universidad de Pittsburgh (Vecsey *et al.*, 2009) realizó un estudio acerca de cómo se ve afectada la consolidación de la memoria por el insomnio. Como resultado, la consolidación de la memoria se vio afectada en los individuos que sufrían de insomnio en comparación con un grupo control sano, por lo tanto, el insomnio reduce la consolidación de la memoria debido a que la pérdida aguda de sueño, así como la restricción y fragmentación del mismo, dificultan la consolidación (Cipolli, Mazzetti y Plazzi, 2012).

Existe evidencia suficiente de que la epilepsia altera la consolidación de la memoria, específicamente durante el sueño, debido a que las descargas epileptiformes se exacerbaban durante el sueño profundo en comparación con las otras fases del sueño (Atherton, 2016).

El estrés es otra patología muy frecuente que afecta la consolidación de la memoria durante el sueño. Los niveles excesivos de cortisol (hormona del estrés) en el sistema nervioso central, junto con la interacción de otros neurotransmisores, provoca que ya no se lleven a cabo correctamente las diferentes fases del sueño y esto afecta, por consiguiente, la consolidación de la memoria (Payne y Nades, 2004).

nerativa. Según sus investigaciones, cuando no tenemos el sueño profundo que necesitamos, se inhibe nuestra capacidad de memorizar y aprender.

Gartenberg demostró un sonido capaz de prolongar la duración de la fase de sueño profundo para obtener mayores beneficios en cuanto a la memoria. La exposición al sonido mencionado durante el sueño aumenta la duración de ondas lentas. Gracias a estos resultados, en un futuro no muy lejano se podrá contar con un dispositivo que aumente la eficiencia de nuestros sueños, mejorando la capacidad de consolidar la memoria.



SUEÑO Y ELIMINACIÓN DE DESECHOS CEREBRALES

Experimentos realizados por el científico Jeffrey Iliff (2014) demuestran que durante el sueño, el cerebro limpia los desechos metabólicos que se acumulan en la actividad cerebral durante la vigilia. Los resultados demuestran que el líquido cefalorraquídeo (líquido que rodea y protege el cerebro) penetra dentro de las neuronas siguiendo el trayecto de los vasos sanguíneos, llevándose consigo moléculas de desechos para posteriormente transportarlas al torrente sanguíneo y que sean eliminadas. Tal fenómeno sólo sucede durante el sueño, es decir, durante la vigilia, la cantidad de líquido cefalorraquídeo que retira desechos es mínima. Además, durante el sueño las células cerebrales se retraen abriendo los espacios intercelulares para permitir que el líquido pase libremente para eliminar los desperdicios. Una de las sustancias que se eliminan del cerebro por esta vía es el péptido β -amiloide, el cual es una sustancia cuya acumulación en el intersticio cerebral se asocia al desarrollo de Alzheimer, enfermedad caracterizada por la pérdida progresiva de la memoria.

CONCLUSIÓN

Existen diferentes métodos para mejorar el rendimiento de nuestros sueños en cuanto a la consolidación de la memoria, a continuación se citan tres maneras para lograrlo:

1. Evitar el estrés: día con día estamos expuestos a diferentes situaciones estresantes que provocan una inmensa acumulación de cortisol a nivel cerebral y, por consiguiente, una alteración en la consolidación de la memoria. La solución es identificar las situaciones estresantes que nos acontecen diariamente y enfrentarlas como si fuesen un reto, o como si fuesen una meta que hay que cumplir día con día, de esta manera los niveles de cortisol se reducirán considerablemente.

2. Añadir importancia emocional a lo aprendido: es decir, si se mantiene una actitud de entusiasmo, felicidad e interés mientras se estudia algún texto o se practica alguna actividad, el grado de consolidación será mucho mayor en comparación a que se mantenga una actitud de tristeza, desinterés o enojo.

3. Acortar el tiempo entre lo aprendido y el sueño: es importante estudiar o aprender aquellas cosas que se pretenden

memorizar poco tiempo antes de ir a dormir. Otra forma puede ser (sin necesidad de ir a dormir justo después de aprender), al momento de ir a dormir, tomarse unos minutos, pensar y recordar aquello que se quiere memorizar. Ambos métodos aumentan el grado de consolidación.

REFERENCIAS

- Atherton, K., E., *et al.* (2016). SlowWaveSleepandAccelerated Forgetting. *Cortex*. 84:80-89.
- Cipolli, C., Mazzetti, M., y Plazzi, G. (2012) Sleep-dependent memory consolidation in patients with sleep disorders. *ScienceDirect*. 17(2):91-103.
- Gil, C. (2021) *Dreaming: A peculiar form of cognitive activity*. Disponible en: <https://crisnagilopez.com/2021/01/31/dreaming-a-peculiar-form-of-mental-activity/>
- Diekelmann, S., y Born, J. (2010). The memory function of sleep. *Nature neuroscience*. 11(2):114-126.
- Gartenberg, D. (2017). The brain benefits of deep sleep and how to get more of it. *At TED Residency*. Disponible en: https://www.ted.com/talks/dan_gartenberg_the_brain_benefits_of_deep_sleep_and_how_to_get_more_of_it.
- Iliff, J. (2014). One more reason to get a good night's sleep. *At TEDMED*. Disponible en: https://www.ted.com/talks/jeff_iliff_one_more_reason_to_get_a_good_night_s_sleep.
- Kelemen, E., y Born, J. (2013). Sleep tight, wake up bright. *Nature neuroscience*. 15(10):1327-1329.
- Payne, J., D., Nades, L. (2004). Sleep, dreams and memory consolidation: The role of the stress hormone cortisol. *Learning and memory*. 11(6):671-678
- Payne, J., D. (2011). Sleep on it!: stabilizing and transforming memories during sleep. *Nature neuroscience*. 14(3):272-274
- Purves, *et al.* (2016). *Neurociencia*. México: Panamericana.
- Stickgold, R., *et al.* (2005). Sleep-dependent memory consolidation. *Nature*. 437(1276):1272-1278.
- Tortora, G., J., y Derrickson, B. (2013). *Principios de Anatomía y Fisiología*. México: Panamericana.
- Vecsey, C., G., *et al.* (2009). Sleep deprivation impairs cAMP signalling in the hippocampus. *Nature*. 461(7267):1122-1125
- Walker, M., P. (2009). The role of slow wave sleep in memory processing. *Journal of Clinical Sleep Medicine*. 5(2):20-26.