

El increíble y desconocido poder del sueño



La neurociencia y la psicobiología nos han sorprendido con recientes descubrimientos que muestran que el sueño, además de facilitar el aprendizaje y potenciar la memoria, reorganiza y estructura los contenidos de la mente, descubriendo regularidades y reglas ocultas, y siendo también un buen candidato para explicar los fundamentos biológicos de la intuición y la creatividad.

Pasamos casi un tercio de nuestra vida durmiendo. En los mamíferos la necesidad del sueño es tan intensa que la selección natural ha hallado el modo de garantizarlo incluso cuando resulta incompatible con otras actividades vitales. Así, en los delfines y las focas sus dos hemisferios cerebrales se turnan y duermen en periodos alternativos, lo que hace que sus cerebros descansen mientras navegan o buscan alimento. Pero, curiosamente, en el caso de las focas las dos mitades cerebrales sólo se turnan cuando están en el agua y no cuando están en tierra, lo que sugiere que la solución de poner a dormir sólo medio cerebro ocurre únicamente cuando no hay más remedio, quizá porque esa solución es menos efectiva para cumplir los objetivos del sueño que poner a dormir todo el cerebro. Durante el sueño las neuronas sintetizan proteínas y otras moléculas que les sirven para recuperarse del desgaste durante la vigilia y mantener sus funciones. Si no dormimos, además de sentirnos cansados, perdemos capacidad de atención, de memoria y de otras funciones mentales. Pero, si lo hacemos, el sueño prepara al cerebro para aprender, potencia la formación de la memoria y reorganiza los contenidos de la mente, lo que le convierte en uno de los más importantes procesos cerebrales.

El sueño potencia el aprendizaje y la memoria

A veces nos sorprendemos cuando algo que hemos aprendido mejora sin practicar, como por arte de magia. En un experimento reciente los participantes aprendían a teclear una secuencia de dígitos. Practicaron en tres bloques de 5 minutos cada uno seguidos por descansos de 2 minutos. Independientemente de si lo hicieron de día o de noche, un período de sueño tras esa práctica aumentó la velocidad y la ejecución de la tarea y redujo considerablemente el número de errores. Sin embargo, los periodos de vigilia transcurridos tras el aprendizaje sólo lo mejoraron moderadamente. Ahora sabemos que la magia que hay detrás de dicha mejora en el aprendizaje no es otra cosa que el sueño que tiene lugar tras el mismo. La memoria a largo plazo se forma preferentemente durante ese tiempo y para que el sueño potencie el aprendizaje precedente no es necesario dormir las 8 horas de una noche, pues puede bastar con una siesta de una o dos horas.

Cómo el sueño potencia la memoria

Cada vez que recordamos algo reactivamos su memoria y la hacemos más fuerte y estable, algo así como cuando repasamos con el lápiz los trazos de un dibujo para pronunciarlo más y evitar que se borre. Pero la reactivación de lo aprendido durante el día ocurre también inconscientemente, durante el propio día en períodos de quietud, y, sobre todo, cuando dormimos. En ratas, y también en personas mediante técnicas de neuroimagen funcional, se ha comprobado que en el hipocampo, una región del cerebro relacionada con la formación de la memoria, la misma secuencia de actividad de sus neuronas que tiene lugar durante el aprendizaje de determinadas tareas se repite también posteriormente en esas mismas neuronas y de modo espontáneo durante el sueño subsecuente. Eso explica que la memoria pueda mejorar incluso cuando llevamos un tiempo sin practicar, pues el sueño puede ser una manera de practicar mientras dormimos. Las repeticiones de la actividad de las neuronas durante el sueño estabilizan las memorias y las protegen de interferencias. Más aún, en un experimento reciente la capacidad de aprender disminuyó considerablemente en las personas que permanecieron despiertas durante todo el día. Sin embargo, las que pudieron dormir durante casi dos horas en ese mismo día mostraron después un aumento considerable de su capacidad para aprender una tarea numérica. Dormir, por tanto, resulta beneficioso para la memoria tanto si ocurre antes como si ocurre después de aprender.

Podemos decidir las memorias que potencia el sueño

En otro experimento los participantes tenían que asociar objetos a localizaciones concretas en la pantalla de un ordenador y en cada localización se indicaba el dinero a obtener si más tarde esa localización era recordada en una prueba de memoria. Los sujetos que tuvieron ocasión de dormir durante una hora y media tras el aprendizaje recordaban mucho mejor las localizaciones mejor pagadas que las de bajo valor, lo que indica que la recompensa asociada a cada situación de aprendizaje puede condicionar el que el sueño posterior potencie o no la memoria para esa situación. El premio durante el aprendizaje puede funcionar entonces como una etiqueta o señal ligada a la memoria particular que el sueño ha de potenciar. Ello explica que las memorias de situaciones emocionales ganen preferencia, pues la emoción asociada a las recompensas elevadas puede ser la etiqueta necesaria para que el sueño posterior seleccione esas memorias. Todo indica que lo importante para que el sueño produzca su efecto sobre la memoria es que la persona sea consciente de la futura relevancia de lo que aprende. Se ha comprobado además que señales, como olores o tonos, presentadas durante el aprendizaje de una tarea, pueden aumentar aún más la memoria de esa tarea si son presentadas también durante el sueño posterior. Así, en ratas se ha observado que las señales acústicas asociadas a un aprendizaje cuando son presentadas también durante el sueño que le sigue estimulan en el hipocampo la repetición de las secuencias de actividad de las mismas neuronas que codificaron el aprendizaje, algo que han comprobado también en humanos investigadores del *Instituto de Investigaciones Médicas de Bellvitge* en Barcelona, exponiendo a un grupo de pacientes durante el sueño a los sonidos propios de un aprendizaje que había tenido lugar durante la vigilia previa.

Podemos aprender e incluso olvidar mientras dormimos

Aunque poner el libro bajo la almohada no garantiza que amanezcamos sabiendo derecho o matemáticas, para comprobar si algún tipo de aprendizaje es posible mientras dormimos los investigadores se han basado en el hecho de que las personas esnifamos instintivamente y con más intensidad ante un olor placentero que ante uno desagradable, y lo hacemos también inconscientemente si nos lo presentan mientras dormimos. Por eso, el aprendizaje aquí consistió en que mientras los sujetos dormían los investigadores hicieron sonar diferentes tonos al tiempo que dispersaban a su alrededor una sustancia olorosa agradable o desagradable. Tras el entrenamiento y mientras los sujetos seguían durmiendo, los investigadores volvieron a presentar los diferentes tonos, pero ahora sin los olores, y midieron la intensidad del esnifado que hacían ante cada uno de ellos. El resultado mostró que, efectivamente, los sujetos aprendían, pues esnifaban más intensamente ante los tonos que habían sido previamente asociados a un olor agradable que ante los asociados a uno desagradable. Pero lo más sorprendente fue que al día siguiente, y ya despiertos, seguían esnifando de igual modo ante los mismos tonos, es decir, el aprendizaje persistía sin que los sujetos fueran conscientes de que habían aprendido mientras dormían. Aunque en condiciones muy especiales, algo de aprendizaje es entonces posible durante el sueño. Más sorprendente aún resulta el que manipulaciones similares durante el sueño puedan servir también para que olvidemos cosas aprendidas cuando estábamos despiertos. Un equipo de psicólogos de la universidad de California ha demostrado recientemente que si aprendemos a tener miedo en un contexto o ambiente determinado, únicamente reproduciendo ese ambiente durante el sueño posterior, sin los estímulos asociados, puede ser suficiente para que ese miedo se extinga y desaparezca. El sueño una vez más es la clave, pues parece tener también un poder especial para hacer desaparecer recuerdos.

El sueño estructura y reorganiza los contenidos de la mente

Pero lo más sorprendente por su relevancia práctica es que el sueño sirve también para integrar los contenidos de las nuevas memorias en las ya existentes, generar nuevas asociaciones, y extraer características invariantes y reglas ocultas en el conjunto de la información recibida, todo lo cual facilita inferencias y nuevas visiones sobre las cosas. Y eso no es todo, porque el sueño promueve además la transformación del conocimiento implícito, es decir, inconsciente, en explícito o consciente. Por tanto, mientras dormimos es posible crear un nuevo conocimiento que supera a la suma del preexistente en el cerebro. Un buen ejemplo de integración de información es la incorporación de nuevas palabras en el léxico mental que ya tenemos. En un experimento los sujetos aprendieron 30 palabras inventadas (como *turpof*) y cuando se les interrogó inmediatamente tras el aprendizaje no mostraron la integración de esas palabras en su léxico preexistente, pero sí lo hicieron, manifestando una mejor memoria y un uso posterior de lo integrado, cuando se les interrogó después de una noche de sueño. En otro experimento, las personas que aprendieron a teclear una secuencia de dígitos, como 4-1-3-2-1-3-2-1-4, al principio la ejecutaban en bloques separados por pausas breves, como 413-21-3214, pero tras una noche de sueño unificaron la secuencia y la tecleaban sin pausas.

La capacidad generada por el sueño para combinar los nuevos conocimientos aprendidos, extraer las reglas que gobiernan la información y extrapolarlas a nuevas situaciones, se ha observado incluso en niños de 15 meses de edad que fueron expuestos a una gramática artificial donde la regla consistía en que la primera de 4 sílabas de una palabra sin sentido (ejemplo, *pel*) predecía siempre la última sílaba de esa palabra (por ejemplo, *pelwadirud* y *pelchilarud*). Cuatro horas más tarde de la exposición inicial, sólo los niños que habían dormido una siesta entre el aprendizaje y el test mostraron conocimiento de esa regla girando su cabeza por más tiempo hacia el sonido familiar, es decir, el que cumplía la regla, mientras que los que habían permanecido despiertos la ignoraban. En otro experimento de una universidad alemana el doble de las personas que tuvieron ocasión de dormir 8 horas, comparados con las que no la tuvieron, solucionaron antes un problema de reducción de números al descubrir a medio camino del ejercicio la regla abstracta para la solución final oculta en todas y cada una de las secuencias del problema, sin necesidad, por tanto, de cubrir todos los pasos sucesivos previstos para alcanzar la solución, es decir, como encontrando un atajo. En otros casos el sueño también ha facilitado la extracción de inferencias difíciles, incluso de segundo orden, mejor que un periodo de vigilia. En otros experimentos se ha comprobado que esas mismas capacidades del sueño que acabamos de explicar pueden dar lugar también a la formación de falsas memorias.

¿Es el sueño la clave de la intuición y la creatividad?

Aunque no coincidentes, intuición y creatividad son conceptos que tienen mucho en común. El primero implica resolución espontánea y aparentemente irracional de un problema. Por su parte, el sello distintivo de la creatividad es la novedad, la aparición de nuevas y extrañas asociaciones antes nunca vistas. Pero ambos, intuición y creatividad, se caracterizan por incluir un conocimiento sobrevenido de manera oculta y casi sin pretenderlo. El sueño es un gran promotor de ese tipo de conocimiento que surge como por arte de magia, pero que en realidad se basa en un reprocesamiento de la información precedente almacenada en el cerebro. Si, como acabamos de explicar, de manera inconsciente mientras dormimos esa información se combina y da lugar a generalizaciones, extracción de regularidades y reglas, inducciones y deducciones, no es extraño que cuando despertamos hayamos generado un nuevo conocimiento que supera a la simple suma del que ya teníamos. Ese nuevo conocimiento sobrevenido se parece mucho al que nos llega cuando decimos intuir algo o haber descubierto espontáneamente una nueva relación entre cosas. En la noche del 17 de marzo de 1869, en San Petersburgo, el físico Dimitri Mendeleiev se quedó dormido sobre su escritorio hasta que, de repente, se despertó sobresaltado: en sueños había concebido el orden y la tabla periódica de los elementos químicos. El sueño, por tanto, hace también algo parecido a lo que, como nos muestra la reciente película de Michael Apted *The Imitation Game (Descifrando Enigma)*, hizo el ordenador de Alan Turing para descubrir el código secreto de los alemanes en la segunda guerra mundial: al reestructurar y reordenar inconscientemente y de modo automático la múltiple información disponible en el cerebro, extrae y pone de manifiesto regularidades y reglas contenidas en esa información, difíciles o imposibles de apreciar durante la vigilia consciente.

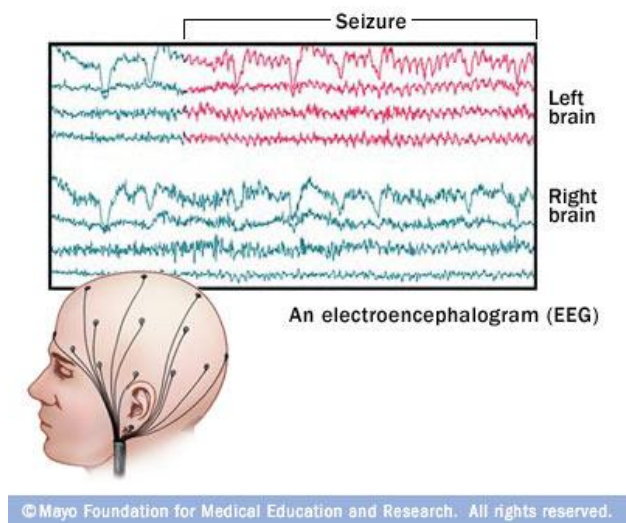
Es posible que el sueño no sea la única clave de la intuición y la creatividad, pues aún nos queda mucho que investigar sobre el mismo; sin embargo, por el

momento, es quizá la mejor explicación que tenemos para algunos fenómenos de la mente y el comportamiento que siempre nos fascina

Ignacio Morgado Bernal

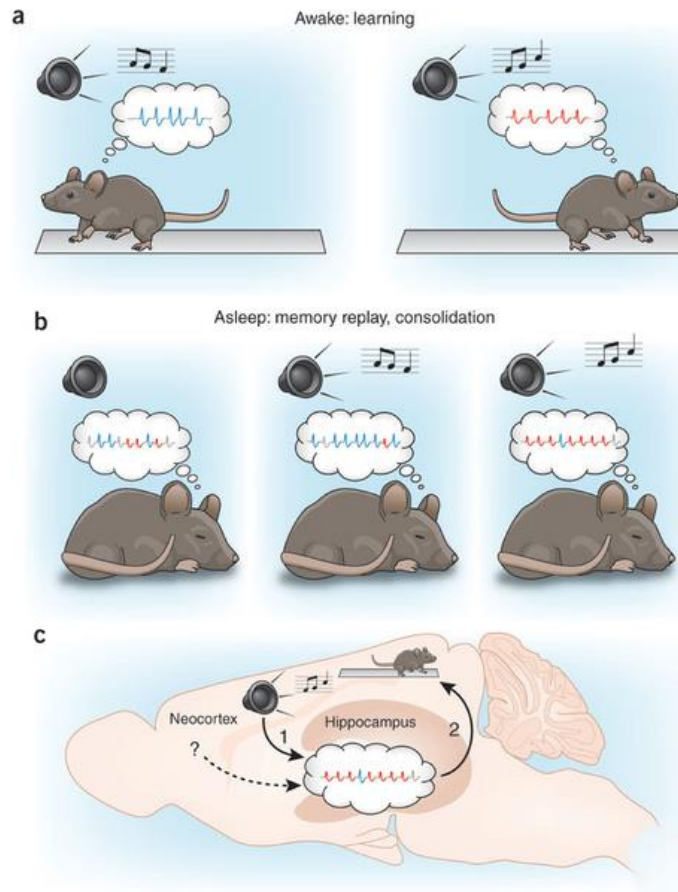
Catedrático de Psicobiología en el Instituto de Neurociencia y la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Barcelona. Autor de *Aprender, recordar y olvidar: claves cerebrales de la memoria y la educación* (Ariel, 2014)

Bellaterra, 24 de febrero de 2015



El sueño se reconoce y evalúa mediante el electroencefalograma

La mayor parte del sueño de cada noche es *sueño de ondas lentas*, donde las ondas que registra el electroencefalograma son de alta amplitud y baja frecuencia. Pero varias veces cada noche ese tipo de sueño cambia hacia otro en el que la actividad cerebral es muy parecida a la de la vigilia, pues las ondas dejan de ser lentas y pasan a ser rápidas, es decir, de baja amplitud y alta frecuencia. Durante el mismo se producen movimientos rápidos de los globos oculares del sujeto que duerme, por lo que a este otro tipo de sueño se le llama *sueño REM* (del inglés *rapid eye movements*). Ambos tipos de sueño, el de ondas lentas y el REM, podrían tener funciones complementarias, el de ondas lentas integrando las nuevas memorias con la información ya existente en el cerebro, y el sueño REM estabilizando las memorias ya transformadas..



Awake: Learning (Despierta: Aprendizaje)

Asleep: Memory replay, consolidation (Dormida: reactivación y consolidación de la memoria)

Podemos decidir las memorias que potencia el sueño de la rata

- a) La rata es entrenada a ir a la izquierda cuando oye un tono o a la derecha cuando oye un tono diferente. Para cada una de esas dos rutas se activan en su cerebro determinadas neuronas (azul para la izquierda, rojo para la derecha).
- b) Durante el sueño posterior ambos tipos de neuronas se activan espontáneamente, pero cuando se hace sonar uno o otro tono mientras la rata duerme se activan preferentemente las neuronas asociadas al tono correspondiente.
- c) El sonido del tono es procesado en la corteza cerebral, que, a su vez, promueve en el hipocampo la reactivación de su memoria para potenciarla y estabilizarla

(Modificado de Kelemen, E. y Born, Jan. *Nature Neuroscience*, 15, 1327-29, 2009)