

¿Por qué necesitamos dormir?

Juan Segurola · Todos los derechos reservados

QUE · Artículo 033 · Preguntas sencillas, respuestas profundas · Versión 0.1 ES

El sueño cambia temporalmente nuestra capacidad de responder al mundo, pero no es simplemente un período en el que el cerebro deja de trabajar. Sus fases tienen patrones organizados de actividad, y perturbar el sueño puede perjudicar el rendimiento posterior. La cuestión es por qué esas funciones requieren un estado recurrente tan distinto de la vigilia ordinaria, o se benefician de él.

Hay un atajo tentador: identificar un proceso que cambia durante el sueño y anunciar que esa es la razón por la que existe el sueño. Esa conclusión une varias preguntas demasiado deprisa. Un proceso puede ocurrir durante el sueño, contribuir a un beneficio del sueño o ayudar a explicar su mantenimiento evolutivo. Demostrar una de esas relaciones no establece automáticamente las otras.

1. ¿Qué cuenta como sueño?

En los humanos, los registros fisiológicos distinguen el sueño sin movimientos oculares rápidos del sueño con movimientos oculares rápidos, con etapas adicionales identificadas mediante mediciones características de la actividad cerebral y otras señales. Los estudios del sueño pueden combinar registros cerebrales con movimientos oculares y observaciones relacionadas. [1] La quietud por sí sola no basta: alguien acostado tranquilamente y despierto no ha entrado necesariamente en el mismo estado.

Al comparar especies, los investigadores no siempre pueden aplicar sin cambios los criterios humanos de clasificación por fases. La evidencia conductual puede examinar, en cambio, una inactividad reversible, una capacidad de respuesta reducida y una respuesta compensatoria tras la privación. Estos criterios hacen que la pregunta pueda abordarse experimentalmente sin suponer que todos los animales tengan la arquitectura humana del sueño.

Nath y sus colaboradores describieron un estado de ese tipo, similar al sueño, en la medusa *Cassiopea*, incluida una respuesta reducida durante la inactividad y cambios tras la perturbación nocturna. [2] El hallazgo amplía el problema comparativo más allá de los animales con cerebro centralizado. No muestra que una medusa sueñe ni que posea todas las funciones asociadas al sueño REM humano.

2. Una función necesita un resultado

La evidencia de que el sueño favorece la cognición incluye efectos sobre el aprendizaje y la memoria, mientras su deficiencia puede perjudicar la atención y la respuesta. El NHLBI resume estas relaciones junto con otras funciones fisiológicas. [3] La amplitud de los efectos es una razón para no reducir el sueño a una única tarea aislada.

La interpretación experimental sigue necesitando controles. Mantener despierto a un animal o a una persona puede alterar el estrés, el movimiento, la alimentación y el momento de la experiencia. Si el rendimiento cambia después, el diseño debe ayudar a distinguir la pérdida de sueño de esos cambios acompañantes. Del mismo modo, comparar personas que duermen naturalmente cantidades distintas puede revelar una asociación sin aislar su causa.

Un experimento útil sobre memoria separa el aprendizaje inicial, el intervalo posterior y la prueba posterior. Si dos grupos aprendieron de manera distinta antes de manipular el sueño, una diferencia posterior podría no reflejar consolidación. Si se les evalúa a distintas

horas del día, entra otra explicación. Son aspectos del razonamiento causal, no razones para descartar la importancia observada del sueño.

3. Un beneficio no tiene por qué ser el único

Un cambio en la actividad neural puede ayudar a estabilizar cierta información mientras modifica otras conexiones. La regulación metabólica, inmunitaria y fisiológica también puede variar con el estado de sueño. [3] Estas funciones no tienen por qué competir por el título de única finalidad verdadera. Un estado recurrente puede favorecer varios procesos cuyas historias evolutivas y mecanismos inmediatos no son idénticos.

La inferencia inversa tampoco es fiable. Mostrar que un proceso puede ocurrir durante la vigilia no establece que el sueño no contribuya a él. La comparación pertinente podría referirse a la eficiencia, la coordinación, el momento o los compromisos con otras actividades, en lugar de a una presencia o ausencia absoluta.

Imaginemos una tarea hipotética que se completa tanto en vigilia como durante el sueño, pero con distinta interferencia de información nueva. Una medición binaria de si la tarea ocurrió pasaría por alto la diferencia. Un experimento informativo necesitaría una medida ajustada a la ventaja propuesta, no simplemente una observación de sí o no.

4. La eliminación de sustancias del cerebro es una controversia mecanística abierta

Xie y sus colaboradores observaron en ratones que el sueño natural y la anestesia se asociaban con cambios del espacio intersticial y con una mayor eliminación de una sustancia estudiada, lo que respalda una conexión entre el sueño y la eliminación de metabolitos. [4] Este trabajo ayudó a motivar la propuesta de que los cambios en el transporte de fluidos contribuyen a los efectos reparadores del sueño.

Miao y sus colaboradores utilizaron posteriormente trazadores fluorescentes en ratones machos y observaron una eliminación reducida durante el sueño y la anestesia en sus condiciones experimentales. [5] Una crítica publicada después cuestionó su metodología, análisis y supuestos, y los investigadores originales publicaron una respuesta que discutía esas objeciones. [6,7] Son interpretaciones enfrentadas de experimentos concretos, no una base para declarar que el sueño es inútil o que se han resuelto todas las preguntas sobre eliminación de sustancias del cerebro.

La entrada del trazador, su movimiento por el tejido y su eliminación del compartimento medido son magnitudes distinguibles. Una señal mayor en un lugar puede reflejar más entrada, menos salida o una distribución modificada. Por tanto, comparar estudios exige examinar las vías de inyección, las sustancias, los tiempos, el estado fisiológico y el modelo utilizado para inferir la eliminación.

Tampoco debe rebautizarse la anestesia como sueño. Un estudio puede examinar ambos estados, pero un resultado bajo un régimen farmacológico no describe automáticamente el sueño natural ni todos los anestésicos. Trasladar hallazgos de ratones a una explicación universal del sueño humano añade otro paso inferencial.

5. ¿Cuánta incertidumbre corresponde incluir en la respuesta?

Podemos tener confianza en que el sueño es un estado regulado con consecuencias importantes y seguir sin conocer la contribución relativa de mecanismos concretos. Un mecanismo sin resolver no borra un resultado reproducible. A la inversa, un resultado bien establecido no valida todas las explicaciones atractivas que se propongan para él.

Consideremos un experimento hipotético en el que perturbar el sueño reduce el rendimiento y el sueño de recuperación lo restaura. Eso respalda una relación reversible

entre la manipulación y el rendimiento. Para establecer un mediador molecular concreto, los investigadores necesitarían evidencia que conectara su manipulación con el efecto pertinente, con controles adecuados. No basta con nombrar una molécula que también cambia durante el sueño.

La evidencia comparativa también es informativa, pero limitada. Un estado similar al sueño en un animal de parentesco lejano puede restringir teorías que requieran una cognición exclusivamente humana. No identifica con certeza la función original del sueño ni prueba que mecanismos idénticos actúen en todos los linajes.

6. La respuesta sin un relato de finalidad única

Necesitamos dormir porque el funcionamiento normal depende de procesos favorecidos por estados recurrentes de sueño, incluidas funciones bien respaldadas en la cognición y la regulación fisiológica. [1,3] La distribución exacta de funciones entre fases, especies y mecanismos sigue siendo un problema activo de investigación. Algunos mecanismos propuestos, incluidos aspectos de la eliminación de sustancias mediante fluidos cerebrales, presentan controversias metodológicas reales. [4-7]

El error conceptual es confundir «la ciencia no ha establecido una única razón última» con «la ciencia no sabe que dormir importa». La evidencia establece consecuencias importantes y deja espacio para mejorar su explicación. Esa es una respuesta sustantiva, incluso cuando no puede condensarse en una única operación universal de mantenimiento.

Lectura relacionada

El artículo 032, «¿Por qué los seres vivos envejecen a ritmos distintos?», distingue los procesos de mantenimiento de los resultados de duración de vida. El artículo 034, «¿Por qué no notamos el punto ciego de nuestra visión?», examina otro caso en que una experiencia familiar no revela directamente su mecanismo neural. Ambos vínculos son opcionales y recíprocos.

Referencias

- [1] National Heart, Lung, and Blood Institute. How Sleep Works: Sleep Phases and Stages. <https://www.nhlbi.nih.gov/health/sleep/stages-of-sleep>
- [2] R. D. Nath et al. The Jellyfish *Cassiopea* Exhibits a Sleep-like State. *Current Biology* 27, 2984-2990.e3 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.08.014>
- [3] National Heart, Lung, and Blood Institute. How Sleep Works: Why Is Sleep Important? <https://www.nhlbi.nih.gov/health/sleep/why-sleep-important>
- [4] L. Xie et al. Sleep Drives Metabolite Clearance from the Adult Brain. *Science* 342, 373-377 (2013). <https://doi.org/10.1126/science.1241224>
- [5] A. Miao et al. Brain clearance is reduced during sleep and anesthesia. *Nature Neuroscience* 27, 1046-1050 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41593-024-01638-y>
- [6] V. Plá et al. A curious concept of CNS clearance. *Nature Neuroscience* 28, 731-733 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41593-025-01897-3>
- [7] N. P. Franks and W. Wisden. Reply to: A curious concept of CNS clearance. *Nature Neuroscience* 28, 734-736 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41593-025-01898-2>