

Sueño _y evolución

Contemplar los fenómenos biológicos desde una perspectiva evolutiva conduce a nuevas interpretaciones y crea novedosos enfoques sobre su fenomenología. No obstante, hasta hace relativamente poco tiempo los aspectos evolutivos no eran considerados para interpretar procesos y mecanismos en las neurociencias. Ahora, la relación entre neurobiología y teoría de la evolución origina novedosas explicaciones de muchos fenómenos neurobiológicos. Pero en el estudio de los estados de vigilancia y en las ciencias cognitivas este encuentro ha sido particularmente tardío. A pesar de que existen varios trabajos experimentales que abordan la filogenia del sueño, la mayoría se centra en factores comparados, sin profundizar en los elementos evolutivos que permitan dilucidar las presiones de selección que originaron este fenómeno.

En general, los estudios sobre el sueño se realizan en los campos médicos y biomédicos, concentrándose más en los mecanismos responsables de esta función que en las cuestiones evolutivas de la misma. Como resultado sabemos que el sueño es un esta-

do de vigilancia de gran importancia funcional. Tanto en el ser humano como en diferentes animales, está sujeto a mecanismos cerebrales de control y es fundamental para el equilibrio fisiológico del organismo. En los humanos la necesidad de dormir se hace insostenible después de unas cuantas horas, y la total privación del periodo de sueño o su restricción crónica causa graves déficits cognitivos que pueden llevar a la muerte. Estos incluyen un decremento en la atención y la memoria de corto plazo, alteraciones en el lenguaje y confusión; también afectan los sistemas endocrino e inmune, produciendo cambios importantes en el metabolismo.

De la misma manera que beber y comer, dormir parece satisfacer necesidades elementales para la sobrevivencia. Sin embargo, el propósito funcional del sueño permanece oscuro, a pesar de que investigaciones electrofisiológicas y conductuales en mamíferos indican que existe una interdependencia entre el buen dormir, el aprendizaje y la memoria. Esto influye en la eficiencia con la que trabaja el cerebro despierto, que a su vez depende de mecanismos

de control neurofisiológicos subyacentes en estructuras nerviosas bien identificadas, como los sistemas activadores del tallo cerebral y los núcleos talámicos. La actividad de estas estructuras neurales conduce a cambios cíclicos en sustancias neurotransmisoras y neuromoduladoras durante los estados de vigilancia por los que pasa un individuo en un día, que son los de vigilia activa y en reposo, así como de sueño de movimientos oculares rápidos (MOR) y sin movimientos oculares rápidos (NMOR).

Todos ellos se caracterizan por la presencia o ausencia de ondas cerebrales de diferente frecuencia. En la vigilia y en el estado MOR el registro cerebral muestra ondas muy rápidas, pero en la primera el animal está despierto y en el segundo dormido, por lo que el último también recibe el nombre de sueño paradójico. En el sueño NMOR la actividad cerebral es lenta y el tono muscular está disminuido. En la vigilia existe un tono muscular que permite reaccionar rápidamente ante los estímulos del medio, mientras que en el sueño MOR hay ausencia de tono muscular y, prácticamente, de actividad espinal refleja.

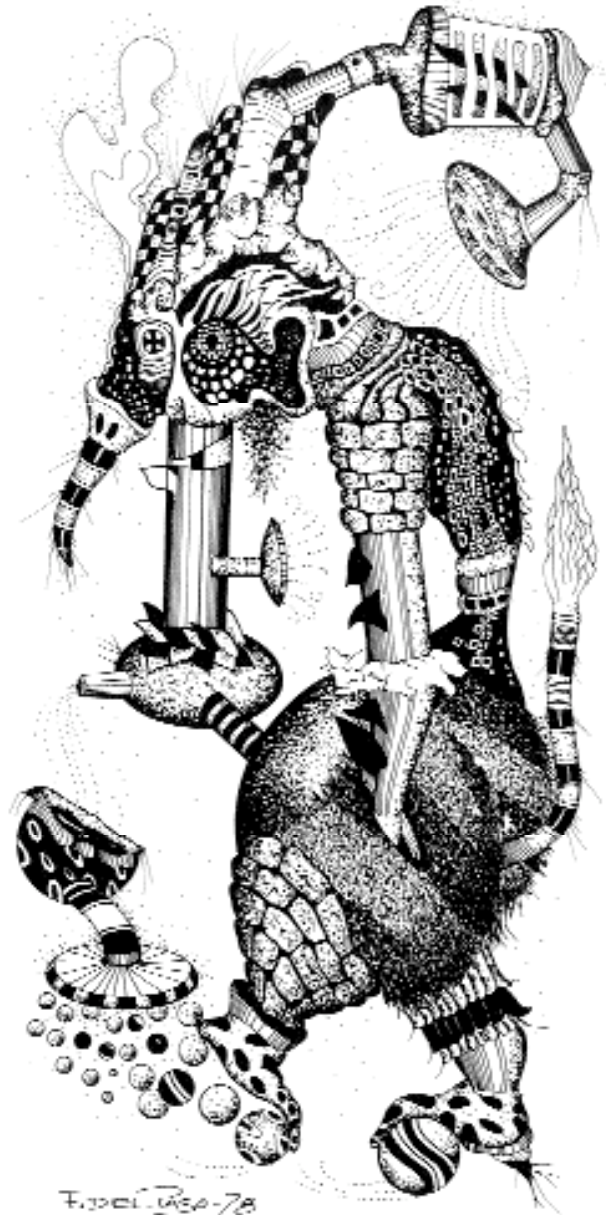
María Luisa Fanjul de Moles

Sueño y vigilia

Muchos autores proponen que durante la evolución el estado de vigilia precedió al desarrollo del estado de sueño. Antes de que emergiera el último, los animales alternaban periodos en actividad y en reposo coincidentes con el forrajeo y el descanso. La duración diaria de los periodos de luz y oscuridad, así como las presiones de predación, debieron canalizar los ciclos de actividad y reposo, determinando los hábitos nocturnos o diurnos de un animal. Algunos autores afirman que en los vertebrados la progresión hacia el estado de sueño primitivo debió haber comenzado cuando animales de conducta relativamente simple evolucionaron hacia conductas complejas que requerían funciones visuales precisas e integrativas, como la visión focal que recrea escenas complejas. Comparada con otras modalidades sensoriales, en este tipo de visión interviene una mayor porción de cerebro para procesar información y almacenarla. En los tiempos primigenios, los animales no-durmientes desarrollaron conductas complejas, como los desplaza-

mientos a grandes distancias, que requerían una gran capacidad visual.

En este contexto, el recuerdo mediante el almacenamiento en la memoria de largo plazo era crucial y la complejidad neural aumentó considerablemente. Se ha sugerido que en los animales que adquirieron la conducta focal y la memoria de largo plazo, la carga impuesta a la función cerebral fue excesiva y creó conflictos entre los procesos de información, análisis sensorial y sus relaciones con el control del movimiento, y la necesidad de adquirir, establecer y reforzar el almacenamiento de la memoria de largo plazo. Resolver esto requería encontrar, durante una fracción del ciclo de actividad de 24 horas, un estado cerebral de aislamiento del bombardeo de información sensorial que permitiera procesar la información previa y consolidar los procesos de memoria. Con ello, en el estado de vigilia subsiguiente, el cerebro aumenta su eficiencia para responder a los cambios del medio. Algunos autores discrepan con esta teoría, objetando que la adquisición del sueño puede haber causado que los animales estén ex-





puestos a riesgos mayores que si permanecieran despiertos. Sin embargo, las ventajas adaptativas de poder mantener dos estados cerebrales de gran eficiencia, la vigilia y el sueño, sobrepasan estos riesgos.

Actualmente se acepta que los procesos de consolidación de memoria no pueden realizarse durante el estado de vigilia, requieren sueño NMOR y MOR. Diferentes investigaciones sugieren que el sueño ocurre únicamente en animales que poseen ojos complejos que forman imágenes y bloquean su visión para dormir mediante blindajes de entrada sensorial, como los párpados. De acuerdo con ellas, algunos reptiles, como los ancestros de las aves, pueden haber adquirido la capacidad de sueño en forma progresiva y paralela a estrategias visuales

complejas, como los mecanismos de acomodación, y la selección natural debió favorecer la reducción de ondas rápidas durante la vigilia de reposo —o inactiva— en la que se aumentó progresivamente el umbral para responder al medio o despertar. Durante este estado de sueño primitivo, se cree que únicamente se presentaban ondas cerebrales de baja frecuencia —menores a 14 hertzios—; es decir, similar al sueño NMOR de los actuales vertebrados. Esta teoría se refuerza con el hecho de que los vertebrados ectotermos durmientes presentan únicamente sueño NMOR. Con la aparición de la endotermia, los animales son capaces de regular su temperatura, lo cual culmina en un alto desarrollo del cerebro anterior y el surgimiento del sueño MOR con la paradójica actividad cerebral de alta frecuencia similar a la de la vigilia. En mamíferos este tipo de sueño se correlaciona con el desarrollo cortical, y en las aves con los surcos ventriculares. Es interesante la asociación de ambos estados, el MOR y el NMOR, con las ensoñaciones. Todos los eventos relacionados con las ensoñaciones que ocurren en el MOR se originan dentro de un cerebro aislado de la estimulación sensorial externa, estado de conciencia en el que el ani-

mal posee una responsividad conductual muy reducida. En el sueño NMOR, las ondas cerebrales lentas que predominan parecen reforzar circuitos en los que se almacenan fragmentos de memoria, en tanto que algunas de las pocas ondas rápidas presentes en este estado están asociadas con ensoñaciones.

Sueño en invertebrados

El sueño está presente en todos los vertebrados, aun en los considerados menos evolucionados, como los peces. Aunque algunos peces ciegos que viven en cavernas, al no tener conflictos visuales no duermen, pasan el ciclo diario en estados alternos de vigilia activa y en reposo; otros, que sí poseen visión focal como el atún y el tiburón, tampoco duermen, y pasan la vida en actividad, nadando continuamente. Por su parte, algunos mamíferos marinos pueden estar simultáneamente activos y durmiendo, pues los hemisferios cerebrales se turnan para dormir. En el delfín cuando el hemisferio derecho duerme el izquierdo descansa, y viceversa.

Pero ¿qué pasa con los invertebrados?, ¿existe sueño en este grupo de animales entre los que se detecta la presencia de ojos muy desarrollados como en artrópodos

y moluscos? Durante mucho tiempo este tema causó gran controversia, a pesar de que, en general, se acepta que todos los animales muestran periodos de actividad y reposo regulados por un reloj circadiano, de aproximadamente 24 horas, capaz de sincronizarse con los ciclos ambientales diarios. El sueño en mamíferos y en aves se considera regulado en gran parte por ese reloj, pero además existen importantes componentes homeostáticos que intervienen tanto en su inicio como en la duración. Esta regulación homeostática depende de la historia de sueño del animal; es decir, del grado de acumulación de sueño y la necesidad de dormir. Entonces, aunque un invertebrado muestre ritmos circadianos de actividad-reposo, para que el estado de reposo pueda considerarse uno de sueño, debe mostrar periodos de inmovilidad circadiana en los que el animal asume posturas típicas especie-específicas; un elevado umbral de despertar, que requiere un gran estímulo para responder a los cambios del medio; y estar regulado homeostática-

mente; esto es, necesitar una mayor cantidad de sueño después de un periodo de insomnio o privación. Son varios los invertebrados en los que se ha identificado el sueño, entre ellos la cucaracha, la abeja, el escorpión y la mosca. Recientemente, un grupo de investigación de nuestro país identificó un estado similar al sueño en un crustáceo, el cangrejo de río o acocil. Este animal acuático reposa en una posición especie-específica, ladoado en el acuario. Durante este estado, asociado al reposo circadiano, no sólo sus umbrales al despertar son más altos, sino que en el registro eléctrico cerebral aparecen ondas lentas de alrededor de

ocho hertzios. Es decir, diferentes pero cercanas a las ondas de baja frecuencia descritas para el sueño NMOR de los vertebrados. Además, este curioso animalito presenta una regulación homeostática, pues al privarlo del reposo durante 24 horas, aumenta la cantidad de sueño. En el acocil, el sueño parece representar un eslabón entre los estados de sueño primitivo de vertebrados e invertebrados.

Este primer reporte de un estado de sueño cerebral en invertebrados abre nuevos caminos en el campo de la investigación, pues estos organismos son modelos idóneos para tratar de esclarecer muchos misterios, al ser más simples y poder salvar algunos de los aspectos éticos de la investigación en neurociencias. Los mecanismos y las moléculas descubiertas en estos animales están evolutivamente conservados en otras especies, incluyendo aves y mamíferos. Poseer modelos animales que nos permiten identificar estados de reposo similares al sueño inaugura novedosos campos para la investigación neurobiológica. 🐞



Maria Luisa Fanjul de Moles
Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de México.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kavanau, J. L. 1997. "Origin and evolution of sleep: roles of vision and endothermy", en *Brain Res Bull.* núm. 42, pp. 245-264.
- Huber, R., S. L. Hill, C. Holladay, M. Biesiadecki, G. Tononi y C. Cirelli. 2004. "Sleep homeostasis in *Drosophila melanogaster*", en *Sleep*, núm. 27, pp. 628-639.

- Ramon, F, J. Hernandez Falcon, B. Nguyen y T. H. Bullock. 2004. "Slow wave sleep in crayfish", en *Proc Natl Acad Sci USA*, núm. 101, pp. 11 857-11 861.

IMÁGENES

- Fernando del Paso. P. 15: *Monstruos innominados*, 1978; pp. 16 y 17: *Monstruos inofensivos*, 1989.