

# ¿Se halla agazapado en nuestros sueños el reptil que un día fuimos?

PALABRAS CLAVE  
sueño, evolución,  
regulación  
cardiorespiratoria,  
neonatos, reptiles,  
muerte súbita  
infantil

Fisiólogos de la UIB lanzan una atrevida hipótesis según la cual el desarrollo de la corteza cerebral en los mamíferos "condenó" a la vigilia reptiliana a ser una fase del sueño. La investigación abre nuevas perspectivas para esclarecer y llegar a tratar el trastorno de muerte súbita en recién nacidos

KEYWORDS:  
sleep, evolution,  
cardiorespiratory  
regulation,  
neonates, reptiles,  
sudden infant death



*El sueño de un recién nacido corresponde en un setenta por ciento a la fase REM, la más primitiva en la evolución y la que parece estar relacionada con la muerte súbita infantil.*

En contra de la corriente mayoritaria entre la comunidad científica, un grupo de investigadores del Laboratorio de Fisiología Animal de la UIB dirigido por el doctor Rubén V. Rial rechaza que los estados de vigilia de reptiles y mamíferos sean análogos y ni siquiera comparables. Para este grupo de investigadores la vigilia de un mamífero es consecuencia de un logro evolutivo de gran importancia: el desarrollo de la corteza cerebral. Esta "nueva" vigilia se superpone en la evolución de los vertebrados a una antigua vigilia reptiliana que, según la hipótesis formulada, tuvo que ser "inactivada"

convirtiéndose en una fase del sueño de los mamíferos.

El grupo que dirige el doctor Rial defiende pues una hipótesis que pone en jaque muchas de las certezas que hasta ahora se tenían sobre el sueño al abordar su estudio desde la perspectiva evolutiva. Además, introduce nuevos caminos a la investigación de uno de los trastornos asociados a ese "pasado reptiliano" de la especie: la muerte súbita de recién nacidos.

Del estudio del reposo de los reptiles, el Laboratorio de Fisiología Animal de la UIB en colaboración con investigadores de la Universidad de la Laguna, intenta



*El equipo que dirige el doctor Rubén V. Rial, en la imagen, ha abordado el estudio del sueño desde una perspectiva evolutiva.*

esclarecer qué mecanismos están involucrados en el sueño "fatal" que conduce a estos pequeños a la muerte y, sobre todo, qué tratamientos podrían evitar que eso ocurra.

### **La naturaleza cíclica del sueño**

En los humanos adultos, como en todos los mamíferos, el ciclo del sueño consta de dos tipos de fases. En condiciones normales el sueño se inicia con una fase de onda lenta, también llamada no-REM, en la que la corteza cerebral genera ondas de alto voltaje. En esta situación los músculos del cuerpo no están totalmente relajados, la respiración es muy regular y el consumo energético del cerebro se sitúa en niveles mínimos. Transcurridos unos 90 minutos, el individuo entra en otra fase, la fase REM (Rapid Eye Movement) también llamada fase del sueño paradójico. En esta fase la relajación muscular es completa, la respiración y el ritmo cardíaco son irregulares y se produce un rápido y característico movimiento de los ojos que se agitan bajo los párpados. En esta situación el gasto energético cerebral es elevado, la corteza cerebral genera ondas de bajo voltaje. Es la fase en la que tiene lugar la mayor parte de la actividad onírica.

En condiciones normales, el sueño muestra una estructura cíclica. Cada ciclo dura alrededor de hora y media y en ese tiempo se alternan las fases REM y no REM, con la particularidad que la proporción de la fase REM en cada ciclo va aumentando a medida que avanza el sueño.

### **Ontogenia y filogenia**

Es necesario para abordar el sentido de la línea de investigación desarrollada por el grupo dirigido por el doctor Rubén Rial, entender los conceptos de filogenia y ontogenia.

Mientras la ontogenia estudia las distintas fases en el desarrollo de un individuo, sea éste de cualquier especie. La filogenia establece todas y cada una de las fases anteriores de la especie.

Establecidas estas definiciones conviene saber que uno de los más importantes principios en biología, enunciado por Haeckel en el siglo XIX, es el Principio de Recapitulación o también llamado ley biogenética, según el cual la ontogenia recapitula la filogenia. ¿Qué quiere decir esto? De una forma sencilla se puede afirmar que las distintas etapas del desarrollo de un individuo son comparables -emulan por así decirlo- a las distintas etapas por las que la evolución se abrió paso hasta la especie de ese individuo. Así, a cada etapa del embrión de un animal le corresponde un antecesor:

El cigoto recapitula el protozoo que todos fuimos en el principio; la fase de blástula, recapitula las primeras colonias de protozoos; la fase de gástrula, a los cnidarios y así sucesivamente. Se podría decir que para llegar a ser quienes somos pasamos en nuestro desarrollo embrionario por todas y cada una de las fases que fuimos. En el caso del hombre, como vertebrado terrestre, algunas fases de nuestro desarrollo embrionario recuerda a los estados adultos de los peces, otras al estado en que se encuentran los adultos reptiles...

A grandes rasgos, la ontogenia de un individuo nos proporciona valiosa información sobre la filogenia de su especie aunque no la puede definir de una forma exacta. Y eso es así, porque el propio desarrollo embrionario está sujeto a las propias fuerzas evolutivas. Lo entenderemos analizando el concepto de heterocronía.

La heterocronía se refiere a los cambios que se producen en la velocidad del desarrollo, tanto en el sentido de ralentizarlo como en el de acelerarlo. Cuando el desarrollo se atrasa, el individuo nace con características inmaduras. Cuando el desarrollo se acelera, aparecen fases nuevas que dotan al individuo y a su especie de nuevas características.

En el primer caso se habla de paedomorfosis o neotenia, cuando se encuentran en formas adultas de una determinada especie los caracteres de sus antecesores evolutivos. Es el caso de los axolotes, anfibios con branquias (rasgo característico de sus antecesores los peces) que, a menos que sea tratado con hormonas, las conserva toda su vida.

En el segundo caso hablamos de adición terminal. No es un adulto el que conserva rasgos de larva, sino una larva que ha acelerado su desarrollo y al llegar al estado adulto presenta rasgos nuevos, que no existían en la especie anterior. Tanto la neotenia, como la adición terminal son mecanismos de generación de nuevas especies.

### La conquista de la corteza cerebral

Si aplicamos lo dicho hasta ahora al desarrollo del sistema nervioso en los vertebrados, comprenderemos que los mamíferos dieron un paso más, y además decisivo, alcanzando un grado al que nunca llegaron los reptiles: el desarrollo de la corteza cerebral. Sin salirnos pues del estudio del sistema nervioso, podemos comparar un mamífero inmaduro a un reptil adulto. De hecho cuando un mamífero nace conserva en cierto sentido características reptilianas.

Una diferencia sustancial entre reptiles, por una parte, y aves y mamíferos por otra se refiere al mantenimiento en estos últimos de ciertas variables corporales dentro de unos valores más o menos constantes independientemente de los cambios que ocurran en el medio. Es lo que llamamos homeostasia. Algunos de estos valores que mamíferos y aves mantienen dentro de unos valores determinados son la frecuencia cardíaca, el ritmo respiratorio y la temperatura del cuerpo.

Los reptiles, en cambio están sujetos y condicionados a los cambios que suceden en su entorno. En condiciones extremas, la frecuencia cardíaca de un reptil puede ser bajísima y su temperatura descender

hasta igualarse con la del entorno.

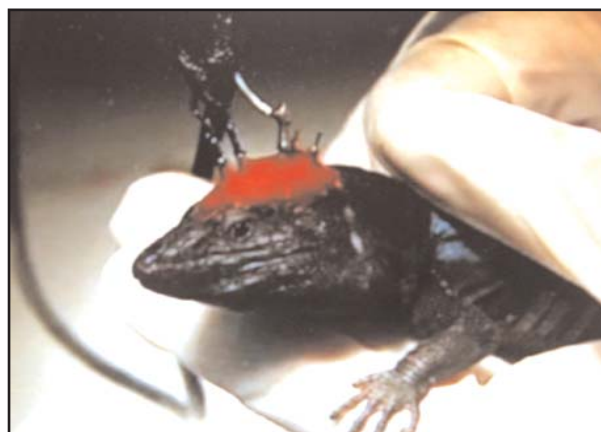
Lo mismo ocurre con la respiración. En todos los animales, el sistema nervioso controla el ritmo respiratorio. En un humano en reposo el sistema nervioso asegura unas quince inspiraciones por minuto. En cambio los reptiles toman aire de forma aleatoria, absolutamente irregular, realizando pausas muy prolongadas entre inspiración e inspiración.

### La hipótesis

Un embrión humano, como el de cualquier mamífero, realiza movimientos respiratorios incluso en el interior del útero, aunque sus pulmones estén llenos de líquido amniótico. Se trata, precisamente, de una respiración arrítmica, irregular, aleatoria. Este tipo de respiración, de características tan reptilianas, se produce únicamente cuando el mamífero se halla en fase REM.

Nos encontramos pues que la respiración de un reptil adulto es prácticamente igual a la de un embrión de mamífero, no a la de un mamífero adulto.

A partir de estos hechos, el equipo que dirige el doctor



*En el laboratorio se les injerta electrodos a los reptiles para registrar su actividad cerebral en fase de vigilia y de sueño. Se controla también la respiración y el ritmo cardíaco.*

Rubén V. Rial ha lanzado la siguiente hipótesis: en el proceso evolutivo que va desde los reptiles a los mamíferos se habría asistido a una redistribución de las fases de sueño y vigilia en ambos grupos de animales. Hasta el momento se consideraba, y aún se considera por buena parte de la comunidad científica, que la vigilia de reptiles y mamíferos es la misma. El grupo que dirige el doctor Rial discrepa. Para los investigadores de la UIB la situación de reposo de un reptil equivale a la fase REM del sueño de aves y mamíferos; la vigilia del reptil dio paso a la fase no REM o fase de onda lenta en el sueño de los mamíferos; mientras que la vigilia de estos últimos es un estado de novísima creación e íntimamente relacionada con el desarrollo de la corteza cerebral.

### **Una nueva perspectiva de la muerte súbita**

Nos hemos referido anteriormente al curioso modo de respirar de los embriones de los mamíferos, una respiración irregular, arrítmica, que sólo se normaliza y se hace regular una vez que el animal se ha desarrollado completamente.

Pero ¿que pasa cuando en humanos y animales recién nacidos, sobre todo aquellos que son prematuros, el grado de madurez es insuficiente para asegurar un ritmo regular en la respiración?

Lo observado por los investigadores en estos recién nacidos supone un espaldarazo a la hipótesis antes comentada. En efecto, se ha comprobado que, en la mayor parte de su sueño, estos recién nacidos están en fase REM (en un 70%). Es en estos momentos cuando la respiración se torna más reptiliana. Si se agrava con otros factores, como una mala posición del cuerpo (boca abajo), un exceso de temperatura, o alguna patología (infecciones respiratorias) puede sobrevenir la muerte súbita.

El trabajo del grupo que dirige Rubén Rial se centra en el estudio del sueño reptiliano y su comparación con el sueño en fase REM de recién nacidos. Esta tarea es llevada a cabo en colaboración con el Doctor Julián González y su grupo de trabajo de la Universidad de La Laguna. En la UIB se llevan específicamente a cabo las pruebas con reptiles a los que se implantan electrodos por medio de los cuales se obtienen electroencefalogramas, cardiogramas, además de registrar el ritmo de la respiración. Las pruebas se realizan bajo distintas condiciones, mientras que en la Universidad de La Laguna se realizan las mismas pruebas con recién nacidos.

El objetivo final es poder llegar a regular, mediante tratamiento, la respiración de los recién nacidos con riesgo de padecer muerte súbita.



*Uno de los objetivos de la investigación es poder llegar a tratar a niños en situación de riesgo para evitar la muerte súbita.*

### **Proyectos financiados**

---

Referencia: PB93-0421

Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Cultura. Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento

Título: Estudio de las razones del sueño en mamíferos: evolución de los estados de sueño y vigilia

Desde 1997 hasta 1999

Referencia: FIS 97-1023

Entidad financiadora: Ministerio de Sanidad y Consumo. Fondo de Investigaciones Sanitarias.

Título: Significado de las espigas de alto voltaje del EEG de reptiles en relación con el sueño y la epilepsia

Desde 1997 hasta 1999

Referencia: FIS00-0022-01

Entidad financiadora: Ministerio de Sanidad y Consumo. Fondo de Investigación Sanitaria.

Título: Aflicción de las técnicas de análisis espectral y no lineal de series temporales al estudio de la evolución del sueño y la regulación cardiorrespiratoria

Desde 2000 a 2002

### **Investigadores responsables**

---

Rubén Víctor Rial Planas, catedrático de Fisiología.

Laboratorio de Fisiología Animal. Departamento de Biología Fundamental y Ciencias de la Salud.

Edificio Guillem Colom Casanovas

Tel.: 971 17 31 47

e-mail: [rvrial@uib.es](mailto:rvrial@uib.es)

También codirige el proyecto el catedrático de Fisiología de la Universidad de La Laguna, doctor Julián González González.

### **Otros miembros del equipo**

---

Susana Esteban Valdés, profesora de Fisiología.

Cristina Nicolau Llobera, profesora de escuela universitaria.

Antoni Gamundí Gamundí, profesor de escuela universitaria.

Mourad Akaarir, personal contratado.

Luis Miguel de Vera Porcel, profesor de Fisiología.

### **Publicaciones en revistas especializadas (1993-2004)**

---

Rial, R., Nicolau, M.C., López, J.A., Almirall, H. On the evolution of waking and sleeping. *Comp. Biochem. And Physiol.*, 104: 189-193. 1993

Almirall, H., Nicolau, M.C., Gamundí, A., Rosselló, C., Rial, R. Main trends in rectal temperature during sleep. *Neuropsychobiology*, 35: 84-90. 1997

Alemany, G., Akaarir, M., Gamundí, A., Nicolau, M.C. Thin layer chromatography determination of catecholamines, 5-HT and their metabolites in biological samples: a review. *Journal of Aoac International*, 82: 17-24. 1999.

Pereda, E., Gamundí, A., Nicolau, M.C., Rial, R., González, J. : Interhemispheric differences in awake and human

sleep EEG: a comparison between non-linear and spectral measures. *Neuroscience Letters*, 263: 1-37. 1999  
González, J., Gamundí, A., Rial, R., Nicolau, M.C., Pereda, E. Nonlinear, fractal and spectral analysis of the EEG of lizard, *Gallotia galloti*. *American Journal of Physiology*, 277: R86-R93. 1999

Nicolau, M.C., Akaârîr, M., Gamundi, A., González, J., Rial, R. V. Why we sleep: The evolutionary pathway to the mammalian sleep. *Progress in Neurobiology*, 62: 379-406. 2000

Rial, R.V., Barber, F., Cañellas, F., Gamundi, A., Akaarir, M., Nicolau, M.C. Human sleep apneas and animal diving reflexes: the comparative link. *Sleep and Breathing*, 4: 1-33. 2000

Rial, R.V., Nicolau, M.C., Esteban, S., Gamundí, A., Akaarir, M. Sleep homeostasis and the function of sleep – Comments. *Sleep*, 24. 2001

Pereda, E., Gamundí, A., Nicolau, M.C., De Vera, L., González, J. Evidence of state-dependent interhemispheric relationships in lizard EEG during the awake state. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 49: 548-555. 2002

Gamundí, A., González, J., Akaarir, M., Nicolau, M.C., Esteban, S., Coenen, A.M.L., Rial, R.V. Dualism and uniformism in sleep. *Medical Hypotheses*, 60: 116-118. 2003

Rial, R.V., Nicolau, M.C., Akaarir, M., Gené, Ll., Gamundí, A., Esteban, S. Funciones del sueño: una visión desde la neurofisiología comparada. *Vigilia-Sueño*, 15: 60-66. 2003

Gamundí, A., Coenen, A.M.L., Esteban, S., Rial, R.V., Nicolau, M.C. Is sleep an adaptation? *Medical Hypotheses*. En prensa (2004)

#### **Publicaciones en libros (1997-2004)**

---

Rial, R.V., Nicolau, M.C., Gamundí, A., Rosselló, C., Akaârîr, M. The evolution of waking sleep. En el volumen *Sleep and sleep disorders: from molecule to behavior*, pp: 99-112. 1997

Gamundi, A., van Rijn, C.M., Pereda, E., González, J., Nicolau, M.C., Rial, R. Non-linear and fractal dynamics of absence-like phenomena (SWD) in WAG/Rij rats EEGs. En el volumen *Sleep-Wake. Research in the Netherlands*, 11: 58-64. 2001

Rial, R.V., Nicolau, M.C., Akaârîr, M., Timoner, G., Gamundi, A. Evolución del sueño y la vigilia. En el volumen *Del ADN a la humanidad. Homenaje a Francisco José Ayala*, pp: 159-172. 2000

Gamundi, A., Coenen, A.M.L., Akaârîr, M., Rial, R.V., Nicolau, M.C. Is sleep and adaptation? En el volumen *Sleep-Wake. Research in the Netherlands*, 11: 53-58. 2000

Gamundi, A., González, J., Akaârîr, M., Nicolau, M.C., Coenen, A.M.L., Rial, R.V. Dualism and uniformism in sleep? En el volumen *Sleep-Wake. Research in the Netherlands*, 12: 40-43. 2001

Gamundi, A., Van Rijn, C.M., Pereda, E., González, J., Rial, R.V., Nicolau, M.C., Coenen, A.M.L. Evidence of asymmetric interdependencies in human EEG under anaesthesia with propofol. En el volumen *Sleep-Wake. Research in the Netherlands*, pp: 35-39. 2001

Rial, R.V., Ramón, C., Nicolau, M.C. Sexosofia. 2003

Gamundí, A., Comas, MA., Tejada, S., Nicolau, M.C., Esteban, S., Rial, R.V., Coenen, A.M.L. Paradoxical dose-dependent action of pilocarpine on sleep in rats. En el volumen Sleep-Wake. Research in the Netherlands, 14. 2003

#### **Comunicaciones a congresos (1999-2004)**

---

Rial, R., Martínez, J., Roca, M.A., Comas, M.A., Mateu, G., Nicolau, MC. Behavioral sleep in ratites. XXX Meeting. Sociedad Española de Ciencias Fisiológicas. Cáceres, 1999

Rial, R., Nicolau, MC., Gamundí, A., Akaârir, M. Respiración periódica y apneas en reptiles. Federación Española de Sociedades de Biología Experimental. Alicante, 2000

Gamundí, A., Van Rijn, CM., Coenen, AML., Nicolau, MC., Akaârir, M., Rial, R. Efecto del midazolam sobre la ingesta en ratas Wistar. Federación Española de Sociedades de Biología Experimental. Alicante, 2000

Rial, RV., Nicolau, MC., Gamundí, A., Akaârir, M., Pandi-Perumal, SR. Functions of sleep: simplicity versus complexity. World Conference Physiological Basis for Sleep Medicine. Punta del este (Uruguay), 2001

Rial, RV., Nicolau, MC., Gamundí, A., Ortega, T., Akaârir, M. Periodic breathing and apnoeas in reptiles. 16th Congress of the European Sleep Research Society. Journal of Sleep Research, 11 (Suppl. 11): 191-192. Reyjavick (Islandia), 2002

Gamundí, A., Comas, MA., Van de Broeg, PLC., Nicolau, MC., Akaârir, M., Van Rijn, CM., Pereda, E., Coenen, AML., Rial, RV., Mourisse, J. Evidence of interhemispheric dependences appera in the EEG under the effect of propofol in human subjects. 16th Congress of the European Sleep Research Society. Journal of Sleep Research, 11 (Suppl. 11): 75. Reyjavick (Islandia), 2002

Rial, RV., Nicolau, MC., Gamundí, A., Akaârir, M., Pereda, E., González, J. Sleep deprivation and learned helplessness studies: are they different? 16th Congress of the European Sleep Research Society. Journal of Sleep Research, 11 (Suppl. 11): 176. Reyjavick (ISLANDIA), 2002

Gamundí, A., Comas, MA., Pereda, E., González, J., Nicolau, MC., Van Rijn, CM., Coenen, AML., Rial, RV. A comparison of power spectrum and nonliner complexity indexes in the EEG under the effect of propofol in human subjects. 12th Meeting of IPEG. Methods and Findings in Experimental and Clinical Pharmacology, 24 (Suppl.D): 171. Barcelona, 2002

Rial, R.V., Nicolau, MC., Akaârir, M., Esteban, S., Gené, LI. Gamundí, A. No effect of phenelzine on the reptilian activity-rest cycles. The apardox of sleep: an unfinished meeting. An international meeting in the honor of Michel Jouvet. Lyon (Francia), 2003

Esteban, S., Aparicio, S., Comas, MA., Garau, C., Roca, C., Tejada, S., Gamundí, A., Nicolau, MC. A high tryptophan nocturnal meal increases activity in rats. XXXII Congress of the Spanish Society of Physiological Sciences. International Joint Meeting the Physiological Society. Tenerife, 2003

Akaârir, M., Esteban, S., Gené, LI., Nicolau, MC., Gamundí, A., Rial, RV. Reptilian respiratory physiology and human pathology. XXII Congress of the Spanish Society of Physiological Sciences. International Joint Meeting the Physiological Society. Tenerife, 2003