

# El calendario biológico

## *y la inducción fotoperiódica*



Cada año, con el avance de las estaciones, en la mayor parte del planeta suceden cambios en la longitud de la fase luminosa del día que únicamente a nivel del ecuador no son notables. En ambientes donde las estaciones son contrastantes, la migración de aves y la preparación para la hibernación en mamíferos, son los primeros rasgos de conducta que suelen aparecer como respuesta a los rigores ambientales anunciados por esos cambios. Aun en nuestra vida cotidiana, la información proporcionada por la longitud del día desempeña un papel importante. Normalmente, las variaciones que implica cada estación son anticipadas por el reloj biológico, con la participación de dos mecanismos fundamentales: la regulación circanual –programación endógena de una conducta en un ciclo anual– y la inducción fotoperiódica –desencadenamiento de una respuesta biológica por la influencia de la luz diaria.

El primero consiste en respuestas generadas por el propio organismo que se acoplan a las modificaciones ambientales del fotoperiodo natural. Esto es, un proceso biológico que en condiciones naturales aparece anualmen-

te, aun sin señales de cambio en la longitud del día, y se mantiene con la misma periodicidad aproximadamente, lo cual indica la presencia de un proceso endógenamente controlado que puede calcular el paso de las estaciones a lo largo de un año y que, al parecer, subyace en la capacidad de medir el tiempo en un día –fotoperiodismo–, particularmente la longitud de su fase luminosa. Tal mecanismo, conocido como reloj circadiano, ha sido ampliamente observado en varios animales y vegetales. Sin embargo, la forma en que regula la respuesta circanual, no ha podido aún ser decifrada.

La inducción fotoperiódica consiste en el inicio de una respuesta biológica por cambios en la longitud luminosa del día o la presencia de luz durante algunos momentos de la fase de oscuridad. Este proceso se ha explicado mediante dos diferentes hipótesis, la del reloj de arena y la coincidencia con el reloj circadiano. La primera sostiene que al cambiar la longitud del día se induce la respuesta sin participación de un sistema que mida el tiempo. Algo así como que el reloj de arena inicia su marcha tan pronto le damos vuelta, y la mag-

nitud y duración de la respuesta estará en función de la cantidad de arena depositada en cada compartimento del reloj.

La segunda, intuye la participación del reloj circadiano como determinante para definir la fase –hora del día interno– en que puede llevarse a cabo la inducción fotoperiódica. Esta hipótesis tiene dos interpretaciones principales. Por un lado, la propuesta por el botánico alemán E. Bünning en 1936, la cual considera que en un ciclo circadiano o un fotoperiodo natural hay una fase que suele presentarse durante la oscuridad –escotofila– y otra durante la luz –fotofila. La longitud de cada fase está bien definida y cuando, con el transcurso de las estaciones del año, la luz ambiental incide sobre la fase que normalmente se presentaba en oscuridad, suele inducirse una respuesta biológica. Es decir, la longitud del día natural en una época del año será capaz de incidir en la fase fotosensible del ciclo circadiano y, por lo tanto, inducir las respuestas biológicas de preparación al cambio de estaciones. A esto se le conoce como el modelo de coincidencia externa.

**Manuel Miranda Anaya**

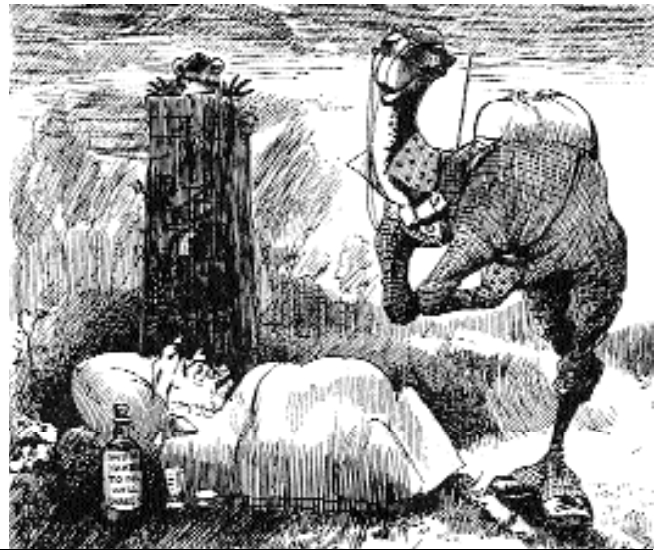
La segunda interpretación de la participación del reloj circadiano en la inducción fotoperiódica estipula que la longitud de la luz durante un día influye sobre varios osciladores circadianos con distintas fases entre ellos. Por ejemplo, en el transcurso de un día, diversas funciones fisiológicas cíclicas tienen sus máximos valores a distintas horas. Tal es el caso del aumento de cortisol en nuestra sangre antes de despertar, la máxima temperatura corporal durante la tarde o la elevada síntesis de melatonina pineal durante la media noche. Cuando extrapolamos los valores máximos de una función fisiológica cíclica, con respecto a la hora en que se presenta el fotoperiodo al que estamos expuestos, observamos que cada variable conserva una relación de fase estable con el ciclo de luz-oscuridad, lo que necesariamente incluye los propios osciladores. Cuando cambiamos la longitud del día, modificamos también la relación de fase entre los osciladores responsables

de coordinar los ritmos observados, con lo que disminuye o aumenta la susceptibilidad de desarrollar una respuesta biológica específica. A este modelo se le conoce como de coincidencia interna y fue planteado en 1960 por C. Pittendrigh.

Los ritmos circanales no son tan universales como los circadianos, y las respuestas estacionales que observamos en muchos animales y plantas posiblemente son reguladas tanto por un mecanismo circanual de medir el tiempo, como por la inducción fotoperiódica. En los vertebrados, la medición fotoperiódica de la longitud del día es complementada por el reloj circadiano. Actualmente, los modelos de incidencia interna y externa son ampliamente aceptados. Particularmente la glándula pineal en los vertebrados, que juega un importante papel en estos procesos de regulación, ya que sirve de regulador endocrino del fotoperiodismo. En vertebrados no mamíferos el ritmo de secreción de la melatonina pi-

neal es controlado por señales de distintos osciladores que parecen radicar en la misma pineal; mientras que en mamíferos es regulado particularmente por el núcleo supraquiasmático del hipotálamo.

Una aguda capacidad de medir la longitud del día permite que muchos mamíferos que viven en latitudes alejadas del ecuador se preparen conductual y metabólicamente para el cambio de las estaciones, anticipando las necesidades energéticas que exige el invierno y las indispensables para reproducirse en las condiciones favorables de la primavera o el verano. 🐾



**Manuel Miranda Anaya**  
Facultad de Ciencias,  
Universidad Nacional Autónoma de México.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gruart A., J. M. Delgado, C. Escobar y R. Aguilar. 2002. *Los relojes que gobiernan la vida*. SEP/FCE/CONACYT, Ciencia para todos, núm. 188, México.
- Ward R. R. L. 1977. *Los Relojes Vivientes*. 2, *Biología y Psicología de hoy*. Grijalbo.
- Saunders D. S. 1979. *Insect clock s*. Pergamon Press.

- Dunlap J. C., J. J. Loros, P. J. DeCoursey (eds). 2004. *Chronobiology, Biological Timekeeping*. Sinauer Associates.

- Aschoff J. (ed.). *Handbook of behavioral Neurobiology*, Vol 4, Biological Rhythms. Plenum Press, Nueva York.