

# RITMOS BIOLÓGICOS Y SALUD

Hilda Londoño Londoño\*

## Resumen

*En el presente artículo se analizan algunos aspectos de la fisiología y del comportamiento de los seres vivos, particularmente del ser humano, supeditados a las condiciones del ambiente terrestre de donde surgieron y manejados por sus relojes biológicos. Estos mecanismos han sido estudiados principalmente a través de los ritmos circadianos, los cuales tienen una periodicidad de veinticuatro horas generalmente, y se encuentran involucrados en procesos tan diversos e importantes como la respiración, la frecuencia cardíaca, las fluctuaciones de la temperatura corporal, de la presión arterial, de la concentración de leucocitos en la sangre, la síntesis de diversas hormonas, la tolerancia al dolor, al alcohol, al frío e incluso la hora más probable de nacer y de morir naturalmente. Estos ritmos tienen importancia en campos como el médico, en el cual, el no tomarlos en cuenta puede conducir a errores de diagnóstico y terapéutica, especialmente en casos de inmunosupresión y en quimioterapia del cáncer. Posiblemente la cronofarmacología y en general la determinación de la cronobiología del paciente serán tan rutinarias en el futuro, como los exámenes de laboratorio o la historia clínica. Otro proceso cíclico analizado en el artículo es el del sueño. El hombre, especialmente en la modernidad, por requerimientos culturales y disponibilidad tecnológica, realiza actividades que rompen el equilibrio entre su medio interno y el externo, produciendo alteraciones en sus ritmos circadianos y del sueño, con importantes repercusiones en su estado de salud, que van desde el "jet lag" de los viajeros, hasta alteraciones más importantes en su salud física y mental y en su estado emocional.*

*Palabras clave: Relojes biológicos, ritmos circadianos, sueño.*

---

\* Bióloga, especialista en Bioética, docente universitaria.

esperanzadora podemos entrever que estas heridas morales, materializadas de forma fatal en la realidad social del mundo del trabajo de los profesionales de enfermería y de los demás trabajadores de la salud, tienen salida si nos adentramos en el estudio, construcción y fortalecimiento de escenarios de liderazgo, alianzas, espacios de una ética global solidaria, en donde el ethos profesional no se deje subsumir en la soledad, sino que encuentre en las organizaciones profesionales, el acompañamiento y la dirección para hacer del cuidado de la vida y salud, el sueño y el paradigma de un mundo más humano.

Anhelo que el diálogo comenzado sea plausible en el desarrollo de estos aspectos, y que, en conjunto, sea sugestivo para que entre todas y todos encontremos razones coincidentes en la preocupación de vivir con dignidad e inteligencia el ejercicio profesional de enfermería como una práctica de libertad.

## Bibliografía recomendada

- Clínica Laboral No.3: Universidad de Medellín 2005.
- Buenos días pereza de Corine Maier, editorial Península.
- Ethos profesional: en mimeo Albalucía Ramírez.
- La Alegría de pensar: Alcibíades Paredes y Otros.

## Abstract

*Presently article some aspects of the physiology are analyzed and of the behavior of the alive beings particularly of the human, subordinated to the conditions of the terrestrial atmosphere of where they arose and managed by their biological clocks. These mechanisms have been studied mainly through the rhythms circadianos, which generally have a rhythm of 24 hours and they are involved in processes so diverse and important as the breathing, the heart frequency, the fluctuations of the corporal temperature, of the arterial pressure, of the concentration of leukocytes in the blood, the synthesis of diverse hormones, the tolerance to the pain, to the alcohol, to the cold and even the most probable hour of being born and of dying naturally. These rhythms have importance in fields like the doctor, in the one which, not taking them into account can lead to diagnosis errors and therapy, especially in cases of inmunosupresión and in chemotherapy of the cancer. Possibly the cronofarmacología and in general the determination of the patient's cronobiología will be so routine in the future, as the laboratory exams or the clinical history. Another recurrent process analyzed in the article is that of the dream. The man, especially in the modernity, for cultural requirements and technological readiness, helse carries out activities that break the balance between their half internal one and the external one, producing alterations in their rhythms circadianos and of the dream, with important repercussions in their state of health that you/they go from the "jet lag" of the travelers, until more important alterations in their physical and mental health and in their emotional state.*

*Words key: biological Clocks, rhythms circadianos, dream.*

## Introducción

La vida surgió en la Tierra y de la Tierra hace varios miles de miles de millones de años. El organismo de todos los seres vivos del planeta está genéticamente diseñado para interactuar con el medio ambiente donde emergió. El ser humano, como ser viviente, está sometido a influencias del medio terrestre como la rotación de la Tierra, la presión atmosférica, la gravedad, las radiaciones cósmicas, la influencia de campos eléctricos y magnéticos, o la composición del aire, con permanente interacción entre lo visible y lo invisible, entre el medio interno y el ambiente externo, entre lo físico y lo metafísico, entre lo material y lo espiritual.

Entre los aspectos citados en cuanto a la interacción de la vida con su planeta, el presente artículo se ocupa particularmente del ciclo de rotación de la Tierra que tiene un período de aproximadamente veinticuatro horas que determinan el día y la noche, o los períodos de luz y oscuridad. Este ciclo, que los seres vivos incorporaron en su genética y su fisiología, y que se conoce como los ritmos circadianos (circadiana: "cerca de un día"), ocurre en todos los organismos vivos, desde los unicelulares pasando por las plantas, hasta el hombre; a su vez, son endógenos y regulan muchas funciones biológicas, son sincrónicos con el día solar y el mecanismo por el cual son controlados se conoce como reloj biológico.

El hombre ha explorado otros planetas buscando sitios para ubicarse en el futuro, sin embargo, hasta el momento, Marte es el único planeta conocido con condiciones ambientales un poco parecidas a las de la Tierra, pero no está ni remotamente en condiciones de alojar la vida como tal. Los astronautas que han viajado al espacio, tienen que disponer de trajes especiales que les proporcionen el ambiente "adecuado", pero inclusive con los más modernos acondicionamientos, no se han visto libres de las consecuencias negativas, especialmente en el descontrol de sus ritmos circadianos como consecuencia de incursionar en ambientes distintos a los de su planeta de origen.

## Relojes biológicos

Son sistemas fisiológicos, como son los ciclos del día y la noche y las estaciones, que permiten a los organismos vivir en armonía con los ritmos de la naturaleza. Estos "relojes" biológicos existen para casi todos los ciclos internos que implican periodicidad en el reino vegetal y animal. La mayor parte del conocimiento que se tiene sobre ellos deriva del estudio de los ritmos circadianos, los cuales establecen patrones típicos de conducta diaria incluso en ausencia de indicadores externos, como la salida del sol, demostrando que la periodicidad depende por completo de relojes internos.

Individuos de la misma especie pueden presentar ritmos circadianos ligeramente diferentes pero compatibles y armonizables con el ambiente, con variaciones no superiores a una o dos horas de más o de menos respecto a las veinticuatro horas del ciclo. Hay relojes biológicos en cada célula e incluso en partes de ésta, pero en los organismos pluricelulares el "reloj" ubicado en el cerebro es el dominante y emite químicamente sus señales cronométricas hacia el resto del organismo.

## Respuesta biológica

Todos los sistemas vivientes tienen la capacidad de responder a estímulos de su medio ambiente, como sustancias químicas o luz, sin necesidad de sistema nervioso, y mediante el rasgo fundamental de la irritabilidad. Esta respuesta incluye la liberación de sustancias químicas como las hormonas de crecimiento en las plantas, y de hormonas o

impulsos nerviosos en los animales. Incluso, las respuestas aparentemente simples de los organismos unicelulares, como las bacterias, son muy complejas en los niveles molecular y celular, y tienen mucho en común con las respuestas propias de los organismos superiores, incluido el hombre, aunque en éstos la respuesta es más intrincada y precisa, ya que poseen sistema nervioso.

## Naturaleza química del reloj

Aunque no es un asunto totalmente esclarecido, en la actualidad se han acumulado evidencias de que el "reloj" está constituido por proteínas que regulan negativamente la expresión de sus propios genes, produciendo así una retroalimentación negativa de veinticuatro horas de duración. En algunos hongos, moscas y en ratones se han identificado "genes relojeros" que intervienen en el sistema negativamente autorregulado, encontrándose que en todos estos organismos, tan distantes filogenéticamente, los genes fundamentales que participan en el proceso muestran una gran homología, y todos ellos comparten un mecanismo virtualmente idéntico. También, en todos ellos se pudo establecer que un gen inhibe, directa o indirectamente, su propia expresión, en un proceso en el cual interviene la luz. Es posible que un sólo gen sea responsable de la actividad de los relojes biológicos. El gen *clock*, responsable del reloj biológico, ha sido identificado en la mosca de la fruta, en ratones y en humanos, encontrándose una gran semejanza entre ellos.

## Ajuste del reloj

Dado que el período endógeno es de veinticuatro horas, pero el período de rotación de la tierra es de 23 horas, 56 minutos, 41 segundos, el reloj debe ser ajustado o sincronizado diariamente por factores y condiciones ambientales. El indicador más importante es la luz solar, aunque muchos organismos pueden utilizar variaciones rítmicas de temperatura u otros estímulos sensoriales para reajustar sus relojes internos. En ausencia de estas señales del mundo exterior, exhiben un período de "curso libre" que no llega a abarcar las veinticuatro horas. Como resultado, estos animales se desfasan lentamente respecto de la naturaleza.

Los organismos pueden soportar ligeras modificaciones de los factores ambientales, pero si éstos lo alejan mucho del período normal, la tendencia a conservar este nuevo ciclo se ve confrontada con su ritmo endógeno, produciendo alteraciones en su fisiología y su comportamiento. Se han aislado, experimentalmente, sujetos durante largos períodos de tiempo, observándose que mantienen un horario, aunque cada vez más desfasado, para la comida y el sueño.

Cuando el error cronométrico es importante, el reajuste completo puede tardar varios días. Este fenómeno es bien conocido como el "jet-lag" por los viajeros de largas distancias.

Por otro lado, se ha establecido que en las plantas los responsables del ajuste del reloj biológico son los fotocromos (pigmentos de las plantas que constituyen fotorreceptores para la luz roja e infrarroja) y los criptocromos (pigmentos vegetales, fotorreceptores para la luz azul). Recientemente, se han encontrado en los animales receptores de luz azul similares a los criptocromos de las plantas y se ha revelado que también están involucrados en el control de los relojes biológicos.

## Glándula pineal y fotoperiodicidad

La glándula pineal es un pequeño lóbulo situado en el cerebro. En vertebrados inferiores tiene una localización más superficial y contiene células sensibles a la luz, por ello se llama "tercer ojo", está involucrada en el fotoperiodismo en muchas especies de insectos, peces, aves y mamíferos. Por otro lado, en los vertebrados superiores presenta una ubicación más profunda y, por lo tanto, menos influenciada por la luz en forma directa.

La glándula pineal secreta la melatonina en forma rítmica, con valores máximos durante la noche y caída rápida durante el día, constituye una señal de la noche tanto para animales de actividad diurna como nocturna. La secreción de esta hormona puede ser interpretada como "calendario biológico", y la exposición a la luz durante el ciclo de oscuridad interrumpe la producción; su liberación en la sangre está regulada por el hipotálamo, éste recibe indicaciones sobre la cantidad de luz solar absorbida por el ojo; la oscuridad, por su parte, hace que el hipotálamo estimule la liberación de melatonina, mientras que la luz la suprime. Se considera que la melatonina afecta el ritmo circadiano sirviendo para informar al organismo sobre el día y la noche, facilitando la adaptación a las distintas estaciones, informando al cuerpo de la duración de las noches la cual es mayor en invierno que en verano.

Actualmente se utiliza la melatonina como cronobiótico, sustancia capaz de mover las agujas del reloj biológico y modificar su hora, por lo tanto, es importante para acelerar los ajustes en casos de haber sido sometido a cambios horarios importantes ya que ayuda a regular los ciclos de sueño y vigilia, y constituye un tratamiento eficaz de algunos tipos de insomnio, del jet-lag y del cambio de turno de trabajo.

La concentración de melatonina en el ser humano disminuye con la edad, por ello ha sido propuesto contra el envejecimiento, pero esta propiedad, al igual que muchas otras que se le atribuyen por parte de la prensa sensacionalista, no tienen aún respaldo científico. Hay, por ejemplo, una teoría del envejecimiento basada en que durante la vejez el gran número de relojes del cuerpo subordinados al cerebral, por alguna razón, se ajustan menos a éste, y que esta falta de sincronización puede contribuir a agudizar muchos de los problemas asociados con el envejecimiento. Sin embargo, en algunos países esta hormona se comercializa libremente, aunque debe ser manejada con prudencia, ya que no se han determinado las dosis eficaces, y los posibles efectos secundarios son aun desconocidos.

En los humanos la glándula pineal también puede estar involucrada en la maduración sexual, como se presenta en muchos animales, hecho muy manifiesto en los ciclos de reproducción estacional de algunos de ellos. Los tumores de esta glándula se han encontrado asociados a una pubertad precoz.

En la actualidad se ha avanzado mucho en el conocimiento del mecanismo molecular que controla los ritmos circadianos. Se sabe, pues, que los ritmos son endógenos y que se originan en un reloj biológico localizado en los núcleos supraquiasmáticos (NSQ) del hipotálamo y son sincronizados mediante una conexión directa con la retina. La vía retinohipotalámica no está del todo conocida, pero involucra, en su orden, a la retina, los núcleos NSQ, el ganglio simpático cervical superior, la glándula pineal y el hipotálamo. Esta parte del cerebro cumple una función importante en la regulación de la homeostasis (funciones vitales que mantienen constante el medio corporal interno), el comportamiento sexual y las emociones; asimismo, ejerce efectos importantes sobre el sistema endocrino, sobre el sistema nervioso autónomo y sobre el sistema neuronal, denominado sistema límbico (relacionado con la motivación y los instintos).

De este modo, el hipotálamo puede integrar señales físicas y emocionales procedentes de todo el cuerpo y poner en marcha las respuestas corporales adecuadas. Su acción es vital para mantener la coordinación entre el cuerpo y la mente.

Que el hipotálamo esté involucrado en el circuito que regula los ritmos circadianos, puede explicar por qué la alteración de estos ciclos puede producir desequilibrios psíquicos, alteraciones en la regulación de la temperatura y desórdenes del sueño; a su vez, la afección del hipotálamo, puede producir alteración de los ritmos circadianos normales.

## Funciones del reloj

Sincronizando los acontecimientos internos con los externos, los relojes biológicos desempeñan funciones en muchos aspectos de la fisiología animal y vegetal. Entre menos evolucionado es un organismo, es menos resistente a los factores medioambientales que produzcan alteraciones en sus ritmos circadianos y, por consiguiente, alteraciones en su mecanismo de "reloj". A medida que se progresa en el desarrollo de la conciencia y de la inteligencia, aún viéndose afectados, los organismos se hacen más resistentes a estos agentes de cambio. En el humano, en quien median aspectos como la voluntad, los cambios que afectan su reloj biológico difícilmente alcanzan a conducirlo directamente a la muerte, pero afectan su organismo diezmando su salud física y mental, y afectando su calidad de vida.

Un estudio adelantado por la Federal Aviation Agency demostró que los pilotos que vuelan de un huso horario a otro, por ejemplo de Nueva York a Europa, presentan el llamado "jet-lag", que consiste en la reducción general del estado de alerta mental, en

la incapacidad para concentrarse, en el incremento del tiempo para tomar decisiones y en el de reacción fisiológica. Las mediciones de diversas funciones corporales muestran que el cuerpo, a pesar de haber estado sometido sólo temporalmente al cambio, puede estar fuera de "sincronía" hasta una semana después de tales vuelos. Esto cuestiona no sólo los horarios del personal de las compañías de aeronavegación, sino también la política de enviar diplomáticos en forma expedita en momentos de crisis internacional, o a tropas aerotransportadas a combatir, o a representantes de compañías a adelantar importantes negociaciones.

Los ritmos circadianos intervienen en muchos aspectos de la fisiología y del comportamiento humano con mayores o menores variaciones durante el día: por ejemplo, la frecuencia cardiaca puede variar hasta en veinte latidos por minuto durante el día, la temperatura corporal varía en 1°C, las cifras de la presión arterial pueden variar hasta en un 20% durante el día. Así, la misma persona puede presentar valores normales a una hora del día y estar hipertensa a otra hora, la cantidad de leucocitos (glóbulos blancos) puede variar hasta un 50% en un período de 24 horas, en la mayoría de las personas la tolerancia al alcohol es mayor hacia las 5 p.m., y la del dolor, menor a las 6 p.m.

La síntesis de diversas hormonas sigue ritmos circadianos: los niveles de corticosteroides en la sangre son máximos entre las 4 y las 8 a.m., los de la hormona del crecimiento se elevan aproximadamente una hora después de conciliar el sueño, en el caso de los niños esta producción se prolonga hasta más o menos las 6 de la mañana. Es importante tomar en cuenta este dato, ya que el crecimiento del niño puede verse alterado si no duerme adecuadamente. Además porque el sueño, como actividad rítmica, es una acción reparadora a la cual el ser humano dedica una tercera parte de su vida. La prolactina, por otro lado, se secreta hacia las 3 a.m., y la testosterona hacia las 9 a.m., la excreción urinaria de elementos como el sodio y el calcio también varían con las horas del día. Las probabilidades de nacer y la de morir naturalmente, son mayores entre las 3 y las 4 de la mañana.

Los ritmos circadianos, y consecuentemente las funciones citadas, pueden verse alterados en diversas enfermedades crónicas e incluso en problemas psiquiátricos como la depresión. Investigaciones médicas han revelado que el no tomar en consideración las fluctuaciones circadianas puede conducir a errores de diagnóstico y/o de terapéutica, dificultando el manejo de los procesos infecciosos, por ello la terapia inmunosupresora puede ser ineficaz en un momento del día, y peligrosa para la vida en otro. En estudios sobre quimioterapia del cáncer en ratones y en pruebas piloto en humanos, se ha encontrado que la elección correcta de la hora en que se aplican las dosis de las drogas puede duplicar la tasa de supervivencia.

En la actualidad se reconoce claramente que el efecto de las drogas terapéuticas varía de acuerdo a la hora del día en que se administran. Dado el avance en los conocimientos sobre la cronobiología del humano y, en particular, en el caso del manejo de pacientes, es posible que en un futuro no muy lejano, la cronofarmacología sea tomada en cuenta rutinariamente.



## Proceso y control del sueño

Habitualmente el sueño progresa desde la vigilia al primer período REM (de movimientos oculares rápidos), para luego entrar en la fase NREM (sin movimientos oculares rápidos) que es la fase más larga y profunda del sueño. El sueño está constituido por una serie de ciclos múltiples con una duración aproximada de 90 minutos cada uno, siempre oscilando entre el sueño REM y el NREM. Cada ciclo está conformado por cuatro etapas durante las cuales se van alcanzando, progresivamente, estados cada vez más intensos, hasta llegar a un “sueño profundo”, para luego volverse liviano nuevamente, y antes de empezar el siguiente ciclo.

Estas fluctuaciones son propias del sueño normal, por ello no deben interrumpirse, en lo posible, si queremos obtener un verdadero descanso y una recuperación del cuerpo y de la mente. Lo que caracteriza a los “procesos” es su continuidad, por consiguiente, cada vez que se interrumpe un ciclo del sueño, éste debe volver a comenzar, sin lograr pasar al estado de sueño profundo y reparador. Además, cuando esto sucede no sólo se interrumpe el sueño, también se ven alterados todos los procesos fisiológicos que en ese momento se están adelantando dentro del organismo.

El humano tiene unos requerimientos de más o menos 8 horas de sueño diarias en el adulto, con ligeras variaciones individuales. Durante este período su organismo realiza importantes procesos de reparación del organismo, en general, y de los sistemas muscular y nervioso, en particular; ya que éstos operan sin descanso manteniendo al cuerpo alerta y en funcionamiento ininterrumpidamente durante todo el día. Durante el sueño, el cerebro presenta gran actividad; entre los procesos que adelanta el organismo durante la noche, mientras se duerme, vale mencionar la regeneración de tejidos para reponer el desgaste, incluyendo el de los músculos o el de la piel. También se presenta una función cardiorreparadora, ya que tanto el ritmo cardíaco como la presión arterial disminuyen durante el sueño.

En el sistema nervioso, en particular, además de reponer el desgaste, también se presenta gran actividad biológica y química conducente a la preparación de dicho sistema para asumir, durante el siguiente día, funciones tan complejas como la de la síntesis de sustancias neurotransmisoras indispensables para su normal y eficiente funcionamiento.

Durante el sueño también se realizan otras actividades de gran importancia en el sistema nervioso: se ha propuesto que el sueño REM sirve como período de procesamiento de la información recibida durante la vigilia y durante esta fase los datos son seleccionados, procesados y almacenados en los depósitos de almacenamiento a largo plazo de la memoria, produciéndose la consolidación del aprendizaje. Se han realizado estudios en ratas que demuestran que estos animalitos olvidan las tareas que han aprendido, si son privadas del sueño REM. También, la evidencia indica que los estudiantes que permanecen despiertos toda la noche estudiando no recuerdan esos temas tan bien como los que estudian y luego duermen.

## Trastornos del sueño

La calidad del sueño influye directamente sobre la calidad de nuestra vida. La medicina del sueño es una especialidad muy joven, pero de rápido crecimiento, ya que este tipo de trastornos afectan a una tercera parte de la población mundial.

La privación del sueño o las alteraciones en su proceso, provocan alteraciones físicas y de la conducta: cansancio, fatiga, tensión muscular, bajo rendimiento, irritabilidad, desorientación y ansiedad, y, en los casos más graves, hipertensión arterial, infarto cardiaco y problemas psiquiátricos. También se ha demostrado niveles de estrés del sistema inmune con importante descenso de los niveles de células inmunológicas.

## Comentarios y reflexiones

El hombre moderno ha tenido la osadía de desafiar a la naturaleza, y ya que puede imponer su voluntad y actuar libremente, se ha empeñado en vivir “como desea”, sin querer someterse a la “dependencia” que surge de la naturaleza material de su cuerpo, y sin acatar las restricciones dadas por su anatomía y su fisiología en interacciones estrechas con el medio ambiente. Esto conduce a descontroles orgánicos que surgen, en gran parte, como resultado del descontrol de sus ritmos internos al verse alterados e intervenidos por agentes externos y por inadecuados hábitos de vida como el de convertir la noche en día y viceversa. Si bien la especie humana ha alcanzado un desarrollo del cerebro y de la mente y una apertura de la conciencia sin parangón con ninguna otra especie, con una espiritualidad que lo jalona hacia el Cielo, no puede olvidar que tiene un cuerpo material, asiento de cualquier otra realidad, que sigue siendo un ser biológico con condicionamientos físicos que lo mantienen atado a la tierra.

El campesino, que generalmente vive en concordancia con la naturaleza, respeta los horarios de actividad y de descanso, de sueño, de comidas, de ocio, y tiene espacio para admirar y disfrutar el paisaje. Por ello, es, generalmente, una persona más sana tanto física como psicológicamente.

El hombre no sólo altera sus propios ciclos, también aprovecha la influencia del medio ambiente sobre ellos para el manejo tecnológico de algunos animales con miras a aumentar su productividad. Por ejemplo, en aves como gallinas y codornices, cuyos ciclos ovulatorios están influenciados por la luz ambiental, las dejan en confinamiento con luz permanente, día y noche, induciendo la mayor ovulación para duplicar la cantidad de huevos. En animales de levante, se utiliza este mismo recurso para estimular permanentemente el apetito induciendo a los pollos a comer día y noche.

La medicina como ciencia aplicada de la biología, hasta hace poco no había tomado en cuenta estos aspectos, particularmente el mecanismo de “reloj biológico”, pero a partir de

de los resultados obtenidos con la clonación de la famosa ovejita Dolly, los genetistas han comenzado a comprender su importancia y la necesidad de tomarlo en cuenta en sus trabajos con seres vivos. Vale la pena, pues, preguntarnos ¿por qué muchas veces se encuentran los datos clínicos en perfecto estado, pero la persona manifiesta no sentirse bien de salud? Y ¿por qué en algunas ocasiones, en forma aparentemente inexplicable, el organismo no responde adecuadamente al tratamiento para una infección o a una quimioterapia, a pesar de que se piensa en el manejo correcto de todos los aspectos? ¿Podría, en algunas de estas situaciones, estar involucrado un descontrol de su “reloj biológico”?

## BIBLIOGRAFÍA

Curtis H, Barnes N. Biología. Bogotá: editorial Panamericana, 2001.

<http://club.telepolis.com>. Fecha de consulta: enero de 2005.

Enciclopedia Encarta, 2003: Relojes biológicos, Ciclo del sueño, Fisiología química del sueño. Fecha de consulta: enero 25 de 2005.