



## **La Cronobiología: una herramienta de apoyo a la docencia**

**Autor/res/ras:** María Josefa Martínez Madrid, Juan Antonio Madrid Pérez, Juana Mulero Cánovas.

**Institución u Organismo al que pertenecen:** Universidad de Murcia

**Indique uno o varios de los seis temas de Interés: (Marque con una {x})**

Enseñanza bilingüe e internacionalización

Movilidad, equipos colaborativos y sistemas de coordinación

Experiencias de innovación apoyadas en el uso de TIC. Nuevos escenarios tecnológicos para la enseñanza y el aprendizaje.

Nuevos modelos de enseñanza y metodologías innovadoras. Experiencias de aprendizaje flexible. Acción tutorial.

Organización escolar. Atención a la diversidad.

Políticas educativas y reformas en enseñanza superior. Sistemas de evaluación. Calidad y docencia.

**Idioma en el que se va a realizar la defensa: (Marque con una {x})**

Español       Inglés

### **Resumen.**

En esta comunicación se propone la realización de un taller teórico-práctico, en el que alumnos de ESO podrán reforzar y adquirir nuevos conocimientos de Ciencias de la naturaleza, Biología y Geología, y Ciencias sociales, recogidos en el Anexo II del Real Decreto 1631/2006, mediante la realización de determinados experimentos y observaciones de situaciones cotidianas relacionadas con la Cronobiología, trabajando en distintos grupos, en función del curso al que pertenezcan.

La Cronobiología es una ciencia cuyo objetivo es el estudio de los ritmos biológicos. Éstos son oscilaciones que sufren determinadas variables biológicas de forma regular y con un periodo determinado.

Además, con esta innovadora forma de trabajo se pretenden alcanzar importantes objetivos como son la familiarización con las características básicas del trabajo científico, la interpretación de información de carácter científico y utilización de dicha información para formarse una opinión propia. Además se pretende que los alumnos aprendan a valorar las aportaciones de las ciencias de la naturaleza para dar

respuesta a las necesidades de los seres humanos y por supuesto la utilización de fuentes secundarias de información para la realización de pequeñas investigaciones.

**Palabras Claves:** Docencia. ESO. Cronobiología. Innovación.

### **Abstract.**

The aim of this communication is to propose a theoretical and practical workshop to be carried out with Compulsory Secondary Education (ESO) students, where their Natural Science, Biology and Geology curriculum under Annex II of RD 1631/2006 would be deepened and further developed. This would be achieved through a number of experiments and through the study and recording of everyday situations related to Chronobiology. These experiences would be developed by classifying the students in different groups according to their academic level. Chronobiology is the field of study that examines biological rhythms as biological patterns which are subject to a periodic or cyclic rhythm. Furthermore, by means of this innovative approach significant objectives may be attained, such as furthering the students' awareness of the basic features of scientific research, helping them interpret scientific data and teaching them how to adequately use such information to develop a personal view on each subject. Students would acquire also a better knowledge of the contribution of Natural Sciences towards a better answer for the humans' needs in all fields and, of course, they would learn how to use secondary information sources necessary to carry our basic research.

**Keywords:** Teaching. ESO. Chronobiology. Innovation

## **1. Introducción**

En esta comunicación se propone la realización de un taller teórico-práctico en el que alumnos que se encuentren cursando, o hayan terminado 1º, 2º o 3º de ESO podrán reforzar y adquirir nuevos conocimientos de Ciencias a través de la Cronobiología.

El estudio de esta ciencia, mediante diversas prácticas y experimentos, como la observación del comportamiento de distintos animales modelo de experimentación, utilizados en Cronobiología, o el estudio de la importancia del ciclo luz-oscuridad, fomenta el interés por aprender y despierta la curiosidad de los alumnos, ayudándoles, a su vez, a fijar conceptos de materias, tales como Ciencias de la naturaleza y Ciencias sociales, que les pueden resultar difíciles de recordar.

Además, con esta innovadora forma de trabajo se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

- Familiarización con las características básicas del trabajo científico, por medio del planteamiento de problemas y discusión de su interés, la formulación de conjeturas, diseños experimentales, puesta a prueba de hipótesis y la



interpretación de los resultados para comprender mejor los fenómenos naturales y resolver los problemas que su estudio plantea.

- Interpretación de información de carácter científico y utilización de dicha información para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y argumentar sobre problemas relacionados con la naturaleza.
- Valoración de las aportaciones de las ciencias de la naturaleza para dar respuesta a las necesidades de los seres humanos y mejorar las condiciones de su existencia.
- Utilización de fuentes secundarias de información (libros, periódicos, revistas, internet, videos.) para la realización de pequeñas investigaciones.

## 2. ¿Qué es la Cronobiología?

La Cronobiología es una ciencia cuyo objetivo es el estudio de los ritmos biológicos. Éstos son oscilaciones que sufren determinadas variables biológicas de forma regular y con un periodo determinado. Según este periodo de oscilación, los ritmos pueden clasificarse en circadianos (con un periodo cercano a las 24 horas, generalmente entre 20 y 28 horas), ultradianos (con un periodo menor de 20 horas) e infradianos (con un periodo mayor de 28 horas) (Madrid y Rol, 2006).

Los ritmos más estudiados son aquellos que presentan un perfil circadiano, ya que son los más importantes en el humano. Algunos de estos ritmos, son el ritmo de temperatura corporal, sueño-vigilia, secreción de hormonas como melatonina, etc.

Los ritmos circadianos son producidos por el sistema circadiano, un conjunto de estructuras encargadas de generar y sincronizar los ritmos entre sí y con los ciclos ambientales. El sistema circadiano se encarga de dirigir temporalmente todos los procesos que ocurren en el organismo, actuando como un director de orquesta (Van Someren et al., 2007).

## 3. Funcionamiento sistema circadiano

En mamíferos, el sistema circadiano funciona como un reloj de cuerda antiguo; así, consta de una maquinaria interna, manecillas para marcar la hora al resto del organismo, y un mecanismo para darle cuerda y ponerlo en hora. Este reloj tiende a retrasar o a adelantar diariamente, por lo que se hace necesario ponerlo en hora cada día mediante determinados factores ambientales denominados sincronizadores, o *zeitgebers* (dador de tiempo en alemán), estos ajustan diariamente el marcapasos a través de diversas vías (Van Someren et al., 2007).



Entre estas señales sincronizadoras se encuentran el ciclo de luz-oscuridad, el ritmo de sueño-vigilia, el horario de comidas, el ejercicio físico, los sincronizadores sociales,... Entre todos ellos, el *zeitgeber* más potente es la luz (Duffy et al., 2005).

#### 4. Uso de la cronobiología en docencia

Con la realización de determinados experimentos y observaciones de situaciones cotidianas relacionadas con la Cronobiología pueden tratarse diversos contenidos estudiados durante los cuatro cursos de la ESO, recogidos en el Anexo II del Real Decreto 1631/2006.

Para llevar a cabo este taller los alumnos trabajan en 3 grupos, en función del curso al que pertenezcan, Grupo de 1º de ESO, Grupo de 2º de ESO y Grupo de 3º y 4º de ESO.

##### 1.1 Grupo de 1º de ESO

Este grupo está enfocado al refuerzo de contenidos estudiados en Ciencias de la naturaleza y Ciencias sociales, geografía e historia, durante el primer curso de ESO.

El taller se puede llevar a cabo en un laboratorio de Cronobiología, pudiendo realizar experimentos con los animales modelo de experimentación típicos de esta ciencia, como son el octodón (*Octodon degus*) y el ratón (*Mus musculus*). (Imagen 1)



Imagen 1. *Octodon degus*, a la izquierda y *Mus musculus*, a la derecha. Animales utilizados como modelos de experimentación en Cronobiología

La materia de Ciencias de la naturaleza presenta una serie de objetivos que podrían alcanzarse relacionando los contenidos de dicha materia con la Cronobiología.

Dentro de los contenidos de 1ª de la ESO, recogidos en el Anexo II del Real Decreto 1631/2006 nos centraremos en “El Universo y el Sistema Solar”.

En este caso se tratan cuestiones como “La Tierra como planeta. Los fenómenos naturales relacionados con el movimiento de los astros: estaciones, día y noche, eclipses”.

Al entender el movimiento de la Luna respecto de la Tierra y de ésta, respecto del Sol, aprenden el porqué del día y la noche, y lo pueden hacer observando determinados ritmos circadianos, estudiados en Cronobiología, que están presentes en nuestro día a día, como son el ciclo luz-oscuridad, el cual influye en nuestro ritmo de sueño-vigilia, a través de la hormona melatonina, como veremos más adelante; el ritmo de temperatura corporal externa, la cual aumenta durante la noche y disminuye durante el día, y otros ritmos que comentaremos posteriormente.

Otro aspecto importante de Cronobiología y que puede ayudar a los alumnos a entender o fomentar la curiosidad de la importancia de apartados en este tema es la influencia de la luna.

Gracias a las diversas investigaciones recientes han sido encontrados los vínculos causales entre fases lunares, y cambios fisiológicos en los sistemas cardiovascular, digestivo, nervioso, vegetativo etc. (Cajochen et al, 2013; Jones,1977)

Otro de los contenidos establecido para este curso en Ciencias de la Naturaleza es la “Utilización de técnicas de orientación. Observación del cielo diurno y nocturno”. Este tema es muy importante, ya que los alumnos pueden realizar un trabajo de observación del comportamiento de diferentes animales en función de si son diurnos o nocturnos. Así encontramos animales diurnos como, el octodón, y nocturnos como el ratón, pudiendo comprobar las diferencias de comportamiento entre ellos al observarlos en el laboratorio. Pero esta misma comprobación pueden realizarla cada día, observando el comportamiento de animales diurnos como las palomas, los gorriones, y las abejas y animales nocturnos como los murciélagos o las lechuzas.

También pueden observar la existencia de plantas nocturnas o de flores nocturnas, es decir que florecen por la noche y están adaptadas a los polinizadores nocturnos. La mayoría de las flores son visitadas por diversos insectos u otros animales y adaptan su fenología a los que son más eficaces para asegurar su reproducción. Así la eficiencia de los polinizadores nocturnos determina un cierto tipo de síndrome floral (un conjunto de características de las flores como el momento de floración, producción de néctar, etc.) Las flores nocturnas se abren predominantemente por la noche y producen mayores cantidades de néctar y de perfume a estas horas. En vez de colores brillantes suelen ser blancas o crema, colores más visibles en la

semioscuridad y suelen tener una fuerte fragancia. Generalmente son polinizadas por murciélagos o por mariposas nocturnas.

Esta misma observación pueden realizarla en ellos mismos y sus compañeros, ya que la mayoría de las personas, a pesar de que el ser humano es diurno, puede tener fuertes preferencias horarias (matutinas, vespertinas e indefinidas) a la hora de realizar sus actividades diarias, hecho que se conoce como tipología circadiana. El sujeto con una tipología matutina extrema se levanta y acuesta pronto, presentando los máximos de actividad en la primera mitad del día, mientras que el vespertino extremo se levanta y acuesta tarde y sus máximos se desplazan hacia la tarde e incluso a las primeras horas nocturnas (Adan, 2006).

La investigación sobre la tipología circadiana tiene importantes aplicaciones prácticas en ámbitos como el diseño de horarios laborales (Smith et al. 1989; Furham et al., 1999), rendimiento deportivo (Smith et al., 1997) y el fracaso escolar (Testu, 1989). Y esto último es muy importante ya que les permitiría entenderse y organizarse mejor a la hora de estudiar o realizar determinadas actividades.

Dentro de los contenidos de Ciencias sociales, geografía e historia para este curso, encontramos “El planeta Tierra. Rotación: los días y las noches”, y al igual que en Ciencias de la Naturaleza los alumnos pueden utilizar la observación de los ritmos circadianos para asimilar los conceptos de día y noche y lo que suponen cada uno de ellos.

## **1.2 Grupo de 2º de ESO**

Este grupo está enfocado al refuerzo de contenidos estudiados en Ciencias de la naturaleza durante el segundo curso de ESO, donde volvemos a encontrar contenidos que pueden relacionarse con la Cronobiología, como son:

“Formas de transferirse la energía. La luz” y “Formación de imágenes. Nuestra percepción de las imágenes: el ojo”. Este apartado puede ser explicado vinculando estos conceptos con la percepción de la luz por la pupila que producirá, durante el día, la inhibición de la síntesis de melatonina, conocida como hormona del sueño y que influye en el ritmo sueño-vigilia.

La luz incidente en la retina, actúa principalmente sobre un subgrupo de células ganglionares, que a diferencia del resto de ganglionares son directamente fotosensibles. Estas células presentan en su citoplasma un pigmento denominado melanopsina, que se excita preferentemente por la luz azul (460 nm) (Berson et al., 2002). Así, con su propia experiencia, se podría fomentar su curiosidad por conocer la estructura y funcionamiento del ojo. Podrían realizar pruebas, viendo como la luz azul intensa durante la noche dificulta el sueño, por ejemplo.



Otro de los contenidos a tratar en este grupo son: “Las funciones vitales. La nutrición: obtención y uso de materia y energía por los seres vivos. Nutrición autótrofa y heterótrofa. La importancia de la fotosíntesis en la vida de la Tierra” y “La respiración en los seres vivos”. Así, comprendiendo las características y el porqué del día y la noche pueden entender mejor por qué y cómo se da la fotosíntesis y la respiración en cada momento.

Por último, resulta interesante el estudio y la concienciación de los estudiantes con un tema de gran importancia en la actualidad como es la “Contaminación lumínica”, el cual está estrechamente relacionado con la Cronobiología, y sobre todo con el ritmo de sueño-vigilia.

Los astrónomos han estado preocupados durante años con la utilización generalizada de luz tras la puesta del sol, porque la polución luminosa que se genera, incluso teniendo en cuenta que sus observatorios están lejos de las áreas metropolitanas, compromete su capacidad para examinar objetos en el espacio exterior. Ahora, además, sabemos que la luz por la noche tiene efectos fisiológicos en humanos y posiblemente también consecuencias fisiopatológicas. (Reiter, 2006).

A lo largo de la evolución humana, la luz estuvo más o menos restringida a las horas de luz solar, el tiempo que el Sol permanecía por encima del horizonte, lo que ya no ocurre en las sociedades desarrolladas. Con la llegada de la electricidad, la luz artificial se ha convertido en un contaminante importante, y probablemente esta situación no haga más que empeorar. (Reiter, 2006)

Aunque hasta hace poco, no se consideraba que la exposición excesiva a la luz tuviera consecuencias fisiológicas, indudablemente, las tiene. Un efecto claro es su capacidad para reducir la producción nocturna de melatonina, conocida como hormona del sueño, por la glándula pineal. El número de horas que una persona de tipo medio duerme a lo largo de 24 horas ha ido disminuyendo en las últimas décadas. (Reiter, 2006)

### **1.3 Grupo de 3º de ESO**

En 3º de ESO, algunos de los contenidos cursados en Biología y Geología son, “La percepción; los órganos de los sentidos; su cuidado e higiene”, donde se vuelve a recordar la estructura del ojo, relacionándolo con cuestiones de Cronobiología, del mismo modo que se ha explicado para el grupo de 2º de ESO.

Otros de los contenidos son “El sistema nervioso: organización y función” y “El sistema endocrino: las glándulas endocrinas y su funcionamiento. Sus principales alteraciones”. Como hemos comentado con anterioridad, la luz incidente en la retina, actúa principalmente sobre un subgrupo de células ganglionares, que a diferencia

del resto de ganglionares, éstas son directamente fotosensibles y presentan en su citoplasma un pigmento denominado melanopsina, que se excita preferentemente por la luz azul (460 nm) (Berson et al., 2002).

La excitación de éstas células genera impulsos nerviosos que viajan a través del tracto retino hipotalámico hacia el Núcleo supraquiasmático, que se trata de un grupo de neuronas del hipotálamo. Dando paso así a la explicación del funcionamiento y estructura del sistema nervioso central y periférico.

En 3º de ESO, los contenidos de Biología y geología parten del estudio de la estructura y función del cuerpo humano que, desde la perspectiva de la educación para la salud, establece la importancia de las conductas saludables y señala la relación de cada sistema orgánico con la higiene y prevención de sus principales enfermedades. Así mismo se propone una visión integradora del ser humano con su entorno, mediante el estudio de las interacciones e interdependencias entre las personas y el medio ambiente, tal y como se contempla en el Anexo II del Real Decreto 1631/2006. Por lo que, entre otras cosas sería interesante que los alumnos adquiriesen ciertas normas de higiene de sueño, para disfrutar de una mayor calidad de vida y disminuyendo así las posibilidades de fracaso escolar. Algunas de estas normas relacionadas con la Cronobiología son las siguientes:

1. Evitar “intentar dormir”: cuanto más se intenta, más despierto se está. Se recomienda leer o mirar la TV en otra habitación hasta que aparezca la somnolencia; luego se va a dormir a la cama.
2. Evitar mirar la hora constantemente en la habitación.
3. Hacer ejercicio y mantenerse activo durante el día: realizar ejercicio un mínimo de 20 o 30 minutos diarios, preferentemente hasta tres horas antes de acostarse. Evitar el ejercicio intenso en la noche.
4. Controlar la dieta: la cafeína y comer en abundancia pueden causar insomnio. Dejar pasar cerca de dos horas entre la cena y el momento de acostarse. Las bebidas cola también suelen tener un alto contenido de cafeína.
5. Encontrar modos para relajarse: un baño tibio de inmersión, música suave o meditación antes de irse a dormir podrían ayudarlo a conciliar el sueño.
6. No intentar tolerar o aguantar el dolor: si se sufre de alguna dolencia, consultar al médico para encontrar el tratamiento adecuado y poder descansar confortablemente.



7. El dormitorio debe ser confortable para un buen dormir. Debe ser fresco, calmo, libre de ruidos e interrupciones, oscuro y cómodo, especialmente en lo que se refiere a la cama y la almohada. La temperatura ambiente ideal debe ser de entre 22° y 24 °C. La habitación no es la oficina. Evitar usar computadora, TV o radio en la habitación.
8. Seguir una rutina: tratar de ir a la cama y despertarse siempre a la misma hora, aun los fines de semana.
9. La siesta no debe compensar el mal descanso de la noche. Una siesta reparadora no debe superar los 30 minutos y debería realizarse después de almorzar, entre las 13 y las 15 horas.

## **Resultados**

Tras la realización de este taller se ha observado un aumento de la motivación por parte de los alumnos, éstos han llegado cada día con más ilusión, puesto que al observar en su día a día las cosas estudiadas en el taller, esto les ha ayudado a memorizar ciertos conceptos sin mucho esfuerzo, además, las padres nos comentaban que sus hijos llegaban a casa explicando lo que habían aprendido, y los hijos les hacían preguntas a sus padres tales como, si ellos sabían el porqué de algunas cosas, por ejemplo, del día y la noche, lo que demuestra que el taller incrementó curiosidad, y motivación por el estudio de las materias tratadas. Además, el profesor encargado del taller corroboró el éxito de éste, ya que según nos dijo, los alumnos estaban en clase mucho más atentos que de costumbre, haciendo preguntas sobre lo que se explicaba.

## **Conclusión**

Por último, podemos concluir que la realización de este taller, consigue, tal y como se esperaba, aumentar la motivación de los alumnos, incrementar su curiosidad a cerca de diversas situaciones de nuestro día a día, y fomentar la investigación ya desde la educación secundaria, por lo que con vistas de futuro se espera poder ampliar este taller a más materias, y durante más tiempo.

## Bibliografía y Referencias.

Adan A. (2006) Cronobiología del rendimiento cognitivo y físico. En Madrid JA y Rol de Lama MA (Eds), *Cronobiología Básica y Clínica* (pp. 747-774). Madrid: Editec@red.

Berson, D. M., Dunn, F. a, & Takao, M. (2002). Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. *Science* (New York, N.Y.). 295(5557), 1070-1073.

Evidence that the lunar cycle influences human sleep.

Cajochen C, Altanay-Ekici S, Münch M, Frey S, Knoblauch V, Wirz-Justice A. (2013). Evidence that the lunar cycle influences human sleep. *Current Biology*. 23(15):1485-1488.

Duffy, J. F., & Wright, K. P. (2005). Entrainment of the human circadian system by light. *Journal of biological rhythms*. 20(4), 326-38.

Furham, A. y Hughes, K. Individual difference of nightwork and shift-work rotation. *Personality and Individual Differences*. 1999. 26, 941-959.

Jones P K, Jones S L. (1977.) Lunar association with suicide. *Suicide & life-threatening behaviour*. 7(1), 31-39.

Madrid JA. (2006). Los relojes de la vida. Una introducción a la Cronobiología. En JA y Rol de Lama MA (Eds). *Cronobiología Básica y Clínica*. (pp. 39-80) Madrid: Editec@red.

Reiter RJ. (2006). Contaminación lumínica: Supresión del ritmo circadiano de melatonina y sus consecuencias para la salud. En Madrid JA y Rol de Lama MA (Eds), *Cronobiología Básica y Clínica*. (pp. 269-288) Madrid: Editec@red.

Smith, C., Reilly, C. & Midkiff, (1989). K. Evaluation of three circadian rhythm questionnaires with suggestions for an improved of morningness. *Journal of Applied Psychology* . 74, 728-738.

Smith, R. S., Guilleminault, C., & Efron, B. (1997). Circadian rhythms and enhanced athletic performance in the National Football League. *Sleep* (Rochester). 20(5), 362-365.

Testu, F. (1990). Chronopsychologie et rythmes scolaires. *Revue française de pédagogie*. 93, 127-130.

Van Someren, E. J. W., & Riemersma-Van Der Lek, R. F. (2007). Live to the rhythm, slave to the rhythm. *Sleep medicine reviews*. 11(6), 465-84.