

# Tan Cansado en la Mañana...

## La Ciencia del Sueño

Por Kristin Harper

**Cuando el consejo escolar de Columbia, Missouri, anunció que ellos estaban considerando mover el horario de inicio de la escuela Rock Bridge High School de 7:50 a.m. a 7:20 a.m., fue como la última gota para la estudiante de segundo año Jilly Dos Santos. “Pensé que si eso sucede, me voy a morir. Voy a dejar la escuela!” dijo ella.**

Jilly creó una página en Facebook y una cuenta de Twitter para estimular a sus compañeros a presentarse en la reunión del consejo escolar donde el voto se llevaba a cabo. Con su ayuda, ella hizo cientos de carteles y folletos. Entonces, respaldada con un montón de investigación científica que ella y sus amigos habían recopilado, se puso de pie ante la mesa directiva e hizo el caso en contra del horario de inicio más temprano.

Funcionó.

El consejo escolar abandonó la idea de comenzar el día a las 7:20 a.m. Jilly no había terminado, siquiera. Al día siguiente, comenzó a hacer campaña incluso para comenzar más tarde, y su persistencia dio sus frutos. Por último, la junta votó 6 a 1 para que la primer campanazo suene más de una hora más tarde, a las 9 a.m.

¿Por qué a los adolescentes les resulta tan difícil levantarse temprano, y por qué más y más distritos escolares

**Jilly Dos Santos, una adolescente de Columbia, Missouri, quien convenció a su escuela secundaria de cambiar el horario de inicio más tarde.**



están optando por retrasar el horario de inicio de la escuela secundaria? Resulta que la respuesta se puede encontrar en la química del sueño.

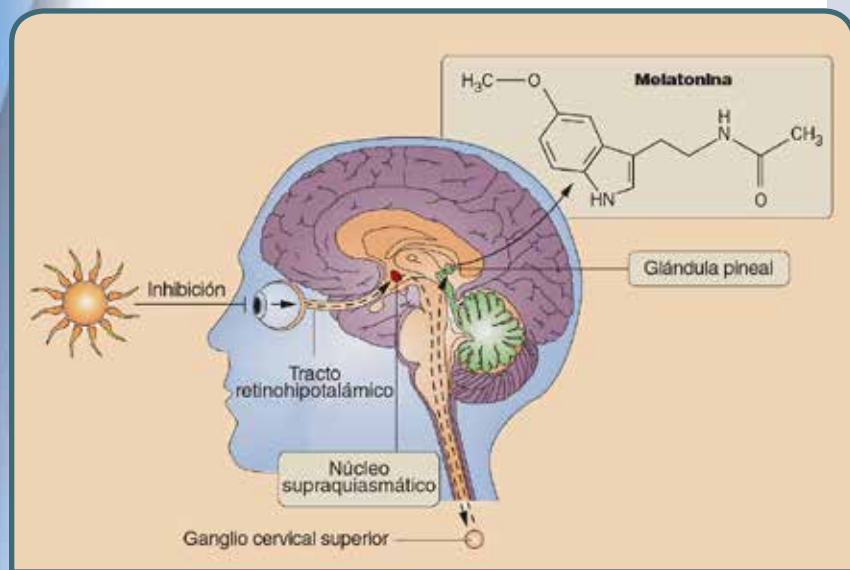
### Nuestros relojes internos

Nuestros cuerpos liberan sustancias químicas en un ciclo de 24 horas, que nos impulsan a hacer ciertas actividades en determinados momentos. Cada uno de estos ciclos se llama ritmo circadiano (ver “Ritmos Circadianos y la Vida”, p. 3). Uno de las sustancias químicas más importantes que intervienen en este proceso es la melatonina, una hormona que nos hace sentir somnolientos. La cantidad de melatonina en el cuerpo comienza a aumentar por la tarde y llega a su máximo en el medio de la noche, lo que nos deja saber que es hora de dormir. Luego, se reduce por la mañana, lo que nos permite despertar renovados.

Para mantener nuestro horario de sueño de 24 horas, nuestros cuerpos traducen información acerca de la hora del día en la producción de melatonina. Este proceso se inicia en la retina del ojo. Cuando la retina se expone a la luz, una señal se transmite desde la retina a un área del cerebro, llamada núcleo supraquiasmático, que desempeña un papel en hacernos sentir soñolientos o despiertos.

El núcleo supraquiasmático envía señales a otras partes del cerebro que controlan las hormonas y la temperatura corporal. Entonces, las señales viajan desde el

cerebro hasta la médula espinal e informan a la glándula pineal, un pequeño órgano con forma de piña en el cerebro donde tiene lugar la producción de melatonina. Durante el día, tales señales previenen a la glándula pineal de la producción de melatonina. Pero cuando está oscuro afuera, estas señales no se activan, y la glándula pineal es capaz de producir melatonina (Fig. 1). En otras palabras, la exposición a la luz impide la liberación de melatonina, lo que nos mantiene despiertos, y la falta de exposición a la luz provoca la liberación de melatonina, la cual nos dice “que hay que ir a dormir!”



**Figura 1.** Cuando una parte del cerebro llamada núcleo supraquiasmático no detecta la luz, la glándula pineal es libre de producir melatonina, lo que nos hace sentir somnolientos.

Estas señales cerebrales explican cómo nuestros cuerpos saben cuando producir melatonina, pero ¿cómo se sintetiza la melatonina? La melatonina en realidad se deriva de un amino ácido llamado triptófano, que se absorbe desde el torrente sanguíneo a la glándula pineal. Un amino ácido es un ácido orgánico utilizado para producir proteínas.

La síntesis de melatonina a partir del triptófano se produce a través de un proceso de múltiples pasos (Fig. 2). En primer lugar, el triptófano se convierte en otro amino ácido, 5-hidroxitriptófano, a través de la acción de la enzima triptófano hidroxilasa y luego se convierte a una sustancia química cerebral llamada serotonina por una enzima llamada descarboxilasa de amino ácidos aromáticos. Una enzima es un catalizador biológico que acelera la velocidad de una reacción química.

La conversión de la serotonina en melatonina implica dos enzimas: la serotonina-N-acetiltransferasa (SNAT), que convierte la serotonina a N-acetilserotonina con la adición de un grupo acetilo (COCH<sub>3</sub>), e hidroxindol-O-metiltransferasa (HIOMT), que transfiere un grupo metilo (CH<sub>3</sub>) a la N-acetilserotonina. Las actividades de ambas enzimas se elevan poco después de la aparición de la oscuridad.

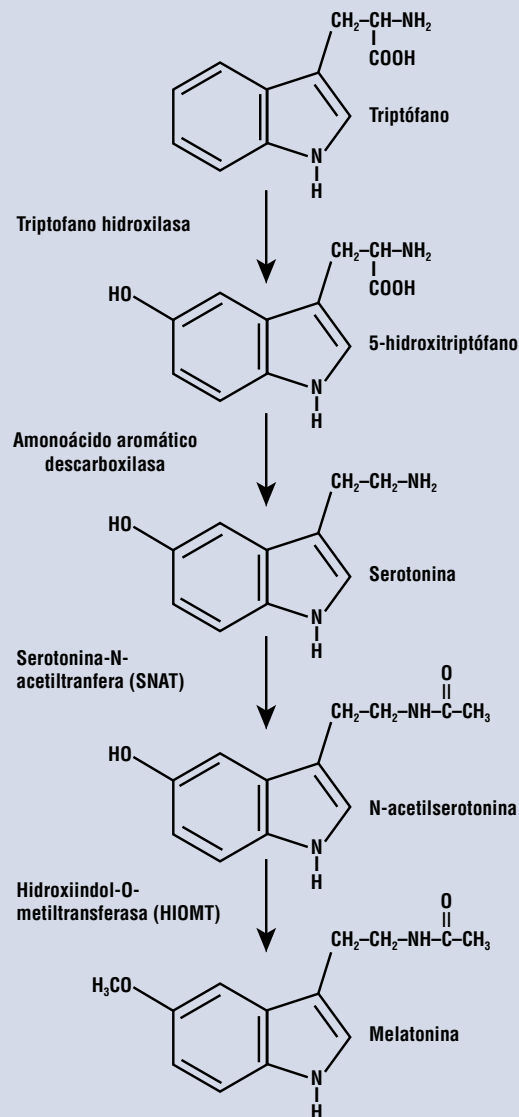
La cantidad de melatonina producida depende de la actividad de SNAT, que alcanza su máximo cuando está oscuro

afuera. La exposición a la luz induce señales que, como se explicó anteriormente, viajan desde la retina hasta el núcleo supraquiasmático y luego a la glándula pineal, que resulta en la degradación de SNAT. Sin embargo, por la noche, SNAT es fosforilada. La fosforilación, que es simplemente la adición de un grupo fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) a una proteína u otra molécula orgánica, impide que el SNAT sea degradado y por lo tanto aumenta la producción de melatonina.

Cuando es por la mañana, SNAT se degrada nuevamente, la cantidad de melatonina disminuye, y nos sentimos listos para empezar el día.

## Los adolescentes y la melatonina

Como hemos aprendido más sobre la química del sueño en las últimas décadas, nos hemos dado cuenta de que en realidad es más difícil para los adolescentes, tales como Jilly, despertar temprano. En los adolescentes, la melatonina se produce cerca de tres horas más tarde en el ciclo de sueño de 24 horas que en los niños o adultos. Esto los mantiene



**Figura 2.** La síntesis de la melatonina se produce en cuatro pasos. Primero, el triptófano se convierte en 5-hidroxitriptófano, que luego se convierte en serotonina. Entonces, la serotonina se convierte en N-acetilserotonina, que es convertido en melatonina. La actividad de SNAT, una enzima que añade un grupo acetilo de la serotonina para producir N-acetilserotonina, incrementa cuando está oscuro afuera.

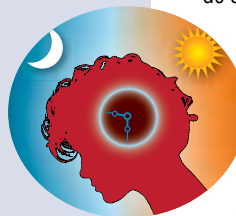
despiertos hasta tarde, y cuando se despiertan temprano, SNAT sigue activo y todavía están produciendo melatonina, lo que los hace sentir soñolientos por la mañana.

Los adolescentes suelen requerir nueve horas de sueño por noche. Pero debido a sus horas de acostarse tarde y las horas tempranas del inicio de las escuelas, hacen un promedio de sólo siete horas de sueño por noche. Debido a que no han dormido lo suficiente, se sienten perpetuamente somnolientos, lo que afecta su capacidad para prestar atención en las clases y para aprender.

¿Qué sucede cuando una escuela secundaria, como la de Jilly, comienza más tarde? Hasta el momento, las escuelas han reportado grandes ventajas. Por ejemplo, el Distrito Público Escolar de Minneapolis cambió su hora de inicio de las 7:15 a.m. a las 8:40 a.m. Se encontró que los estudiantes

## Ritmos Circadianos y Vida

Los ritmos circadianos no son exclusivos de los humanos— también se encuentran en las plantas, animales, hongos, e incluso en bacterias. Las señales externas, tales como la luz, desencadenan la liberación cíclica de sustancias químicas que indican cuándo empezar y detener diferentes acciones. Los ritmos circadianos regulan todo tipo de actividades: los tiempos de alimentación de las abejas, movimiento de las hojas en las plantas, y la replicación del ADN en los hongos, entre otros. En los seres humanos, los ritmos circadianos son los más conocidos para gobernar nuestros horarios de sueño.



promediaron más de cinco horas extra de sueño cada semana, y las tasas de matrícula y asistencia mejoraron también. Además, aumentó el estado de atención durante el día, y las tasas de depresión disminuyeron.

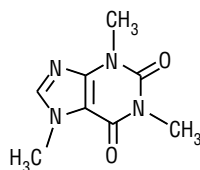
Aún más sorprendente es que el número de accidentes automovilísticos que involucran adolescentes en el Condado de Fayette, Kentucky, se redujo en casi un 17% en los dos años siguientes a la adopción de un horario de inicio más tarde para la escuela. Así, que parece que tener en consideración el cambio en el horario de la producción de melatonina en los adolescentes puede tener todo tipo de beneficios.

Sin embargo, muchos adolescentes no tienen la suerte de asistir a una

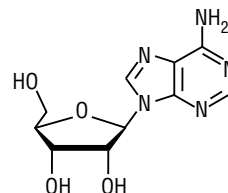
## ¿Por que La Cafeína te Despierta?

La melatonina no es el único compuesto químico que determina nuestro horario de sueño. La adenosina también desempeña un papel importante: hace más lenta la actividad de las neuronas. Se acumula gradualmente en nuestro cuerpo cuando estamos despiertos y nos hace sentir con sueño al final del día. Luego, cuando dormimos, las moléculas de adenosina se rompen, por lo que el ciclo puede comenzar de nuevo. Nuestras neuronas, o células nerviosas, se unen con los receptores de adenosina. Cuando la adenosina se une a estos receptores, una variedad de proteínas que inhiben las neuronas se liberan. Esta supresión de la actividad de las células nerviosas es lo que causa la sensación de somnolencia.

La cafeína tiene una estructura química similar a la de la adenosina (Fig. 1). Ambas moléculas tienen una estructura con dos anillos, que permite a la cafeína unirse a los receptores de adenosina. Sin embargo, a diferencia de la adenosina, la cafeína no activa estos receptores o suprime la actividad de las neuronas. Mediante la reducción de la concentración de los receptores de adenosina disponibles, la cafeína reduce la velocidad de reacción. Mientras menos adenosina se una significa que nos sentiremos con menos sueño.



Cafeína



Adenosina

Figura 1. La cafeína y la adenosina tienen una estructura muy similar con dos anillos. Esto permite la unión de la cafeína a los receptores celulares de la adenosina, bloqueando la habilidad de la adenosina de hacernos sentir somnolientos.

Un poco de cafeína puede ser una buena alternativa. Puede mejorar temporalmente la memoria, disminuir la fatiga, y mejorar el funcionamiento mental. Pero el exceso de cafeína puede causar efectos secundarios negativos, tales como el insomnio, temblores, náuseas, dolor en el pecho, y las palpitaciones del corazón. De hecho, durante un período de tres años, el Centro de Envenenamiento de Illinois en Chicago contó con más de 250 casos de complicaciones médicas que involucran la cafeína, el 12% de los cuales terminaron en hospitalización. La edad media de los pacientes fue de 21 años, lo que sugiere que los jóvenes son particularmente propensos a excederse en el consumo de cafeína. Así que ten cuidado de no exagerrar su consumo!

—Kristin Harper



escuela con un horario de inicio más tarde. En el año académico 2011–2012, el 40% de las escuelas secundarias de Estados Unidos seguían comenzando antes de las 8 a.m. Así que puedes hacer si estás en este grupo? En primer lugar, reducir al mínimo la exposición a la luz artificial por la noche. Esto incluye la luz de la televisión, las computadoras y los teléfonos. Indicándole a tu cuerpo que es de día, estas fuentes de luz facilitan la degradación de SNAT e interfieren con la producción de melatonina. Esto significa que no te sentirás somnoliento, haciendo más difícil ir a dormir a una hora razonable.

Otra forma de obtener más horas de sueño es evitar dormir demasiado tarde los fines de semana. Puede parecer contradictorio, porque si no estás durmiendo lo suficiente durante la semana, tu cuerpo va a instar a que se quede en la cama en las mañanas del fin de semana para compensar el sueño perdido. Pero la realidad es que dormir en los fines de semana puede confundir el reloj biológico de tu cuerpo, por lo que es aún más difícil de despertar durante los días de la semana.

## Un acto de equilibrio

Jilly fue capaz de utilizar su conocimiento de la química para convencer a su distrito escolar para mover el inicio del horario más tarde. La logística de este tipo de cambio puede ser difícil, lo que impide que muchos distritos escolares adopten esta solución. Debido a que la mayoría de los distritos tienen un número limitado de autobuses escolares para transportar los estudiantes, si las escuelas secundarias comienzan más tarde, las escuelas primarias e intermedias podrían tener que comenzar más temprano. Con frecuencia, los padres de los niños más pequeños no les gusta esta idea. Después de todo, a la mayoría de la gente no le gusta despertarse más temprano de lo que tienen que hacerlo!

Además, algunos estudiantes de secundaria participan en actividades después de la escuela y no les gusta tener que quedarse en la escuela hasta que oscurece. Claramente, equilibrar el horario de sueño biológico de los adolescentes con las demandas de la sociedad es difícil, pero más y más distritos están interesados en tratar de retrasar el horario de inicio del trabajo más tarde.

Este es un ejemplo perfecto de cómo nuestro entendimiento de la química—en este caso, un cambio de tres horas en la producción de melatonina en los adolescentes, se puede traducir en un cambio que mejora la vida de los adolescentes. *CM*

### REFERENCIAS SELECCIONADAS

J. Hoffman. To Keep Teenagers Alert, Schools Let them Sleep In. *The New York Times*, 13 de marzo de 2014: [http://well.blogs.nytimes.com/2014/03/13/to-keep-teenagers-alert-schools-let-them-sleep-in/?\\_php=true&\\_type=blogs&\\_php=true&\\_type=blogs&\\_r=1](http://well.blogs.nytimes.com/2014/03/13/to-keep-teenagers-alert-schools-let-them-sleep-in/?_php=true&_type=blogs&_php=true&_type=blogs&_r=1) [accedido 09 2014].

School Start Time and Sleep. National Sleep Foundation: <http://sleepfoundation.org/sleep-news/school-start-time-and-sleep/> [accedido 09 2014].

Pannoni, A. Later High School Start Times a Challenge for Districts. *US News and World Report*, 24 de marzo de 2014: <http://www.usnews.com/education/blogs/high-school-notes/2014/03/24/late-high-school-start-times-a-challenge-for-districts> [accedido 09 2014].

*Kristin Harper* es un escritor de ciencia que vive en Seattle, Washington Su último artículo en *ChemMatters*, "El Color de la Piel: Una Pregunta de Química". Apareció en la edición de abril / mayo de 2014.

## Aplica al Programa de Becas de Pregrado para Afro-Americanos, Hispanos, e Indios Americanos en el área de la ciencias de la química.

**El Programa de Becas de la Sociedad Química de los Estados Unidos "ACS Scholars Program"** es para estudiantes graduados de escuelas secundarias y estudiantes universitarios en primer, segundo o tercer año, quienes tienen la intención de hacer una carrera en química u otra carrera relacionada a las ciencias de la química\*.

Se recomienda altamente aplicar; si usted es:

- afro-americanos, hispanos, o indios americanos
- ciudadano de los EE.UU., o residente permanente de los EE.UU.
- estudiante de tiempo completo
- un estudiante con alto rendimiento académico en la química o la ciencia (promedio académico de 3.0 "B" o mejor)

\* Los candidatos deben estar aspirando a una carrera en la ciencia de la química. Estudiantes que aspiran graduarse en los siguientes programas de medicina: pre-medicina, enfermería, odontología, farmacia, o veterinaria no son elegibles.



Para obtener acceso a la aplicación en línea, visita: [www.acs.org/scholars](http://www.acs.org/scholars) (bajo "How to Apply"). **Las aplicaciones están abiertas desde el 1 de noviembre 2014 hasta el 1 de marzo 2015.**