

Los cambios de la atención a lo largo del día

Pablo Valdez, Candelaria Ramírez, Aída García y Javier Talamantes

En el presente trabajo se exponen evidencias de cómo nuestro reloj biológico interviene en los procesos de atención y rendimiento mental durante las 24 horas de un día, y de qué manera pueden beneficiar o afectar el desempeño de niños y jóvenes en edad escolar.

Descubrir la existencia de los ritmos biológicos fue un avance importante para comprender la fisiología del ser humano. Ahora sabemos que las funciones de todo nuestro organismo varían cíclicamente.

El ritmo que conocemos mejor se denomina *circadiano* (del latín *circa*, alrededor de, y *dies*, día), lo que significa un ciclo con un periodo de aproximadamente 24 horas. Un ejemplo de ritmo circadiano es la temperatura corporal, que aumenta durante el día y disminuye en la madrugada. Cuando hablamos de ritmos o ciclos, suponemos la existencia de un mecanismo que da la hora, que regula la fisiología en el tiempo: nos referimos a un reloj. Este *reloj biológico* marca los momentos en que debe aumentar o disminuir nuestra temperatura corporal; así como los momentos en que deben ocurrir los cambios hormonales y bioquímicos cíclicos en todos los sistemas del organismo.

Podríamos pensar que nuestra temperatura aumenta como una respuesta directa o refleja a los cambios en la temperatura ambiental durante el día. Sin embargo, los cambios en la temperatura corporal ocurren incluso cuando una persona se encuentra en condiciones ambientales constantes.

Aunque todo nuestro organismo cambia durante las 24 horas del día, en la vida cotidiana no percibimos esos cambios. No nos percatamos de que casi todos nuestros órganos funcionan mejor a ciertas horas y tienen un funcionamiento menos eficiente en otras.

Incluso, varios aspectos de la fisiología del cerebro (la actividad neuronal, la secreción de neurotransmisores) también cambian durante el día y la noche. Esto es importante porque el cerebro es la base de las funciones superiores del ser humano. Pensamiento, lenguaje, memoria y los demás procesos cognoscitivos (intelectuales) dependen de la integridad y el funcionamiento del cerebro. De hecho, los procesos cognoscitivos son funciones cerebrales (por esta razón se les conoce también como *funciones neuropsicológicas*). Debido a que la fisiología cerebral varía durante las 24 horas y ésta es la base de nuestros procesos cognoscitivos y comportamiento, los procesos mentales varían de acuerdo con estos ritmos (Figura 1).

Ciclos y aprendizaje

En muchos estudios se observan variaciones circadianas en la ejecución de diversas actividades; también se tienen reportes de que durante el día nuestro rendimiento mental cambia, y con él nuestra capacidad para estudiar o trabajar. Aunque no nos damos cuenta de los cambios en nuestra fisiología, a veces sí logramos percibir algunas diferencias en nuestra capacidad durante el día.

Si preguntamos a las personas a qué hora se sienten mejor para presentar un examen difícil o llevar a cabo un trabajo que requiere de toda su atención, algunos (los madrugadores) responderán que prefieren hacerlo en la mañana, mientras que otros (los trasnochadores) prefieren hacerlo en la tarde

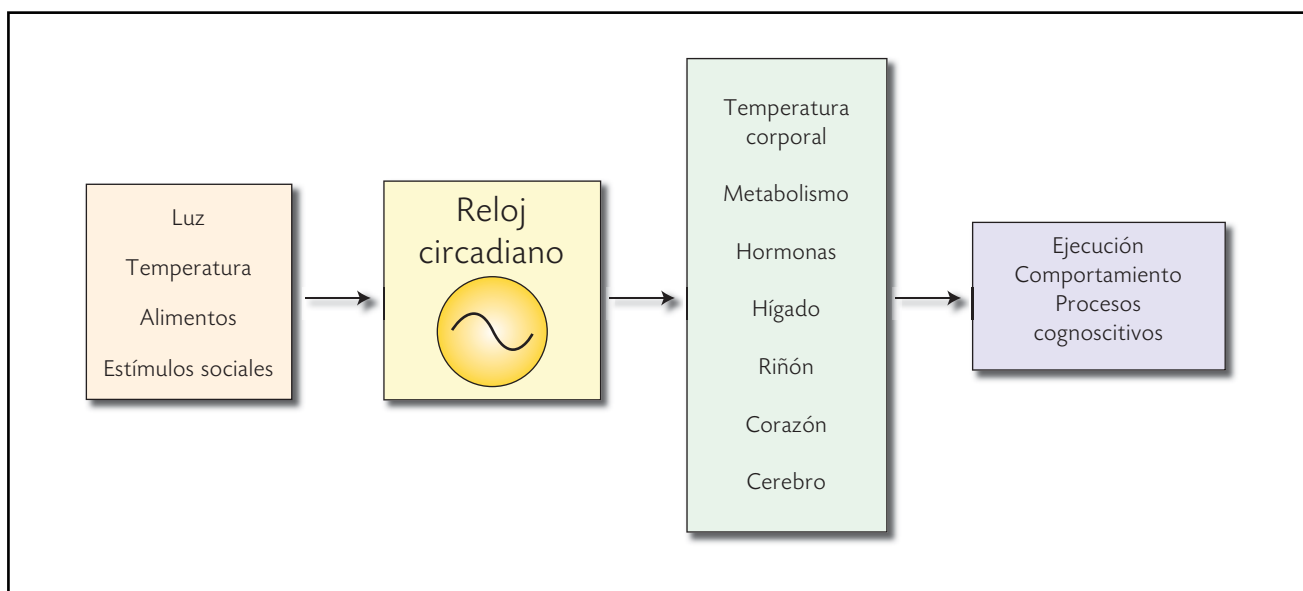


Figura 1. Entradas y salidas del reloj circadiano humano.

o en la noche. Los ritmos en la fisiología de los madrugadores están adelantados en comparación con los de los traspasadores. Esta preferencia personal parece depender de las propiedades del reloj biológico de cada individuo y no de conductas aprendidas. También existen diferencias en el rendimiento escolar: los alumnos madrugadores se acoplan mejor a un horario matutino y rinden mejor cuando se les aplican exámenes temprano. En cambio, los alumnos traspasadores se desempeñan mejor en la tarde.

El medio social y cultural no reconoce este fenómeno y generalmente se tiene la idea de que son más eficientes las personas que trabajan en la mañana. Los refranes populares expresan esta noción cultural, por ejemplo: “al que madruga, Dios lo ayuda” o “el que de mañana se levanta, en su trabajo adelanta”. La mayor parte de la población escolar asiste a clases en la mañana. Algunas escuelas sólo tienen turno matutino y, aunque exista el vespertino, los padres prefieren enviar a sus hijos a la escuela en la mañana. Esto repercute en los alumnos traspasadores cuando tienen que asistir a un horario matutino, ya que enfrentan dificultades para despertarse temprano, tardan en activarse y su rendimiento puede ser claramente deficiente en la mañana. Estos alumnos se encuentran en desventaja porque el horario de la escuela no concuerda con el horario de sus ritmos circadianos.

Un problema adicional es que los maestros creen que todos los alumnos están en mejores condiciones durante las primeras horas de la mañana, por lo que en la mayor parte de las escuelas programan las materias que consideran más importantes al inicio del día. Por ejemplo, muchos maestros de primaria nos informan que matemáticas y español (materias “importantes”) se programan en las primeras horas de clase; con frecuencia afirman que “en las primeras horas de la mañana los alumnos están descansados y en mejores condiciones para aprender”.



Una de las preguntas fundamentales en el análisis del impacto de los ritmos circadianos sobre el aprendizaje escolar es: ¿Las variaciones circadianas en la actividad cerebral tienen efectos sobre todas las funciones cerebrales y cognitivas (intelectuales), o sólo sobre algunas? Desde hace tiempo se planteó la hipótesis de que las variaciones circadianas en la temperatura corporal pudieran ser indicadores de cambios en el metabolismo, lo cual afecta a todas las reacciones químicas del organismo. De acuerdo con esta hipótesis, al aumentar el ritmo metabólico para elevar la temperatura, se produciría mayor velocidad de activación del sistema nervioso. En consecuencia, nuestro cerebro estaría en mejores condiciones para responder y procesar la información del medio.

En nuestro laboratorio actualmente llevamos a cabo un programa de investigación para analizar los ritmos circadianos de



las funciones cerebrales y cognoscitivas. Nos hemos hecho las siguientes preguntas: ¿Ocurren variaciones circadianas en todas o sólo algunas de las funciones cerebrales o procesos cognoscitivos? ¿Cuál es el mejor y el peor momento para el aprendizaje? ¿Cuáles son los principales factores que producen o modulan el mejor y el peor momento para el aprendizaje?

Variaciones circadianas en la atención

Para analizar si existen variaciones circadianas en los procesos cognoscitivos es necesario identificar primero cuáles son los procesos cruciales para el procesamiento de información. Un proceso cognoscitivo que se requiere para todas las tareas de aprendizaje es la atención. Sin embargo, éste no es un proceso unitario; la atención tiene cuatro componentes:

1. *Alerta tónica*, que se refiere al nivel de activación general que tiene una persona: qué tan alerta y activa se encuentra en general; qué tan capaz es para responder si tiene que moverse, hablar o llevar a cabo cualquier tipo de actividad motora o intelectual.

2. *Alerta fásica*, que se define como la capacidad para responder a un cambio en el ambiente. Implica estar listo para responder en forma rápida y directa a un evento; por ejemplo, nuestra eficiencia y velocidad para frenar ante un alto u obstáculo, o para poner en marcha el automóvil cuando el semáforo enciende la señal de avance.

3. *Atención selectiva*, que es la capacidad para responder a un evento específico y evitar responder a otros eventos en el ambiente. Es la capacidad de filtrar información secundaria o irrelevante. Un ejemplo es nuestra capacidad para seguir una conversación con una persona determinada cuando nos encontramos en una reunión social; otro es la capacidad del alumno para comprender y seguir la lección de la maestra aunque se escuchen otras voces o ruidos dentro y fuera del salón de clases.

4. *Concentración (vigilancia)*, que es la capacidad para sostener en el tiempo nuestras respuestas al ambiente. Es la capacidad para permanecer atento, escuchar y comprender una conferencia durante varios minutos u horas sin distracciones o pérdida de información.

Cada uno de estos componentes requiere de la participación de distintos sistemas funcionales o circuitos cerebrales. Los niveles de alerta tónica y fásica son regulados por el llamado *sistema reticular activador*, mientras que el control de la atención selectiva y la concentración requiere de la participación de un circuito cerebral cuyo eje central es el área prefrontal de los hemisferios cerebrales. El primer objetivo de nuestro programa de investigación es determinar si existen variaciones circadianas en todos o sólo algunos de los componentes relacionados con la atención.

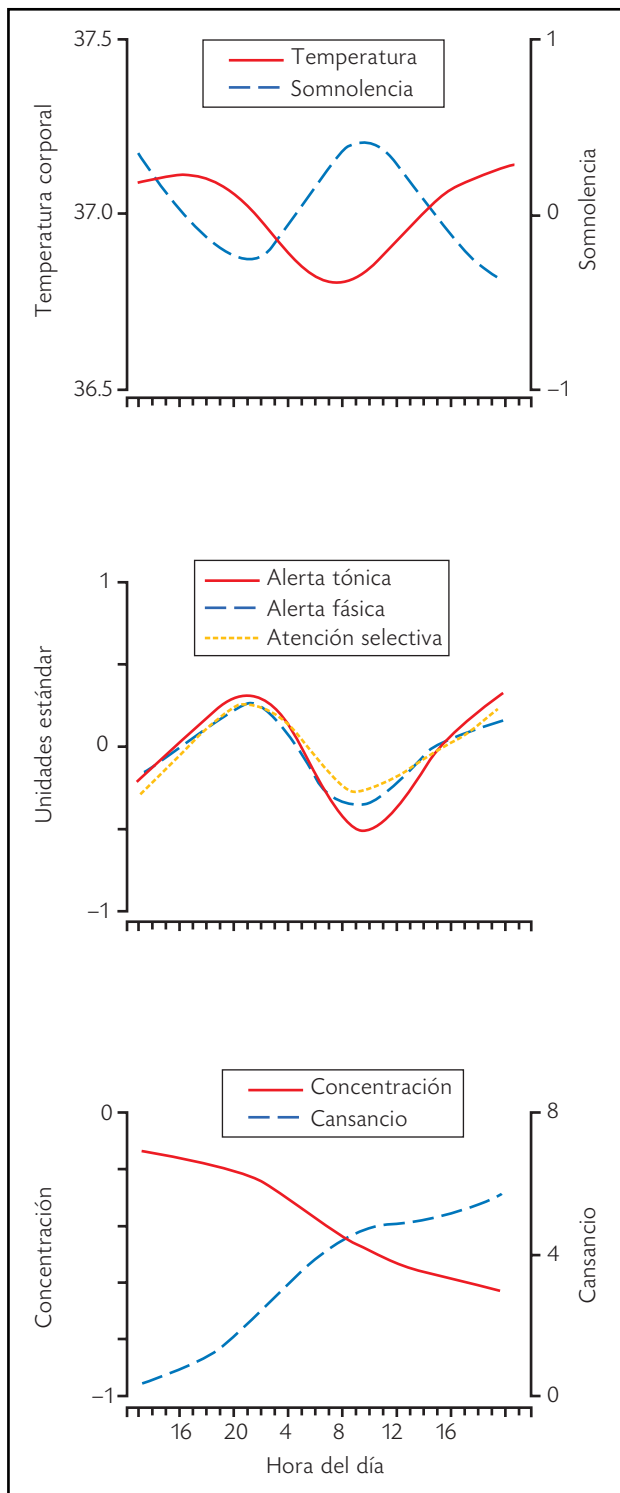


Figura 2. En la gráfica superior se observan las variaciones circadianas en la temperatura corporal y en la somnolencia. En la gráfica de en medio se observan las variaciones circadianas en alerta tónica, alerta fásica y atención selectiva. En la gráfica inferior se observan la disminución constante de la concentración (vigilancia), junto con el aumento constante del cansancio (fatiga).

Para estudiar los ritmos circadianos en los seres humanos se usa un método que se conoce como *registro en una rutina constante*. Estos estudios se llevan a cabo en un laboratorio donde las personas permanecen durante 30 horas en condiciones constantes de temperatura ambiental, iluminación, ruido, alimentación y postura corporal. Cada minuto se registra la temperatura rectal y cada hora la persona responde a una prueba de ejecución continua que mide cada uno de los componentes de atención. Esta prueba se aplica por medio de una computadora, lo que permite una presentación automática y un registro preciso de aciertos y errores, así como del tiempo que la persona tarda en responder. Cada hora también se registra qué tan somnolienta y cansada se siente la persona. Dos semanas antes del registro en el laboratorio, la persona registra diariamente la hora en que se acuesta, en que se levanta y el horario de las siestas. Los participantes de estos estudios son estudiantes universitarios de los primeros semestres, que aceptan participar de forma voluntaria.

En nuestros registros observamos variaciones circadianas en la temperatura corporal, similares a los que han registrado otros investigadores en cronobiología. Otro resultado similar a los registros de otros autores son las variaciones circadianas en la somnolencia: ésta tiende a aumentar en la madrugada, cuando la temperatura corporal desciende, y disminuye en la tarde, cuando la temperatura corporal aumenta. En la alerta tónica, la alerta fásica y la atención selectiva se observa una mejor ejecución en la tarde, cuando la temperatura corporal está alta y la somnolencia está baja. De igual manera, la ejecución en estos componentes de atención disminuye en la madrugada y en las primeras horas de la mañana, cuando la temperatura corporal está baja y la somnolencia alta. La somnolencia y tres componentes de la atención (alerta tónica, alerta fásica y atención selectiva) presentan variaciones circadianas que siguen el curso temporal de la temperatura corporal, aunque con un retardo de una o dos horas. Por otro lado, la concentración no muestra variaciones circadianas, sino que sigue el curso temporal del cansancio (fatiga); esto es, se observa un aumento constante en el nivel de cansancio junto con una disminución constante en el nivel de concentración de las personas.

Hemos comparado las variaciones en la atención con respecto al momento de despertar entre semana y en fin de semana. Esta comparación es importante porque los días de descanso tendemos a dormir más, así como a levantarnos y acostarnos más tarde. Esto permite analizar en qué momento del ritmo circadiano nos despertamos cuando tenemos que ir a la escuela o

al trabajo, en comparación con los días de descanso. Los fines de semana los estudiantes se despiertan cuando su temperatura corporal está alta, su somnolencia en un nivel bajo y su ejecución cognoscitiva alta (Figura 3; la variable que aparece en la gráfica como *ejecución cognoscitiva* incluye la puntuación total de alerta tónica, alerta fásica y atención selectiva). Entre semana los estudiantes se levantan más temprano para ir a la escuela, por lo que al momento de despertar su temperatura corporal aún se encuentra baja, su somnolencia alta y su ejecución cognoscitiva baja. Entre semana se requieren de tres a cinco horas para que la ejecución cognoscitiva alcance un nivel que permita el procesamiento eficiente de información y, por lo tanto, permita aprovechar las actividades escolares en buenas condiciones.

Conclusiones

Como respuesta a las preguntas que nos planteamos acerca del impacto de los ritmos circadianos sobre los procesos cognoscitivos, podemos afirmar que no todos los procesos cerebrales y cognoscitivos presentan variaciones circadianas.

Tres componentes relacionados con la atención (alerta tónica, alerta fásica y atención selectiva) presentan variaciones circadianas, pero la concentración disminuye de forma constante durante el día y está asociada al nivel de fatiga. Esto sugiere que algunos sistemas o circuitos cerebrales son modulados por el reloj biológico, en especial el sistema reticular activador (alerta tónica, alerta fásica), junto con algunos aspectos de la corteza prefrontal (atención selectiva). Sin embargo, otros aspectos del mismo sistema prefrontal (concentración) disminuyen de forma gradual y constante a medida que aumenta la fatiga.

Lo anterior tiene consecuencias en el plano del aprendizaje escolar. De acuerdo con los resultados descritos, hacia la tarde y noche mejoran los niveles de alerta tónica y fásica y de atención selectiva, por lo que a esas horas se está en mejores condiciones para procesar la información relacionada con actividades como leer, comprender un texto, analizar los contenidos, resumir, llevar a cabo cálculos numéricos, etcétera. El mejor momento para estudiar es la noche, aproximadamente dos horas antes de empezar a dormir. Este periodo puede atenuarse por la fatiga (disminuye la concentración), efecto que podría ser mayor si no dormimos bien la noche anterior o si llevamos a cabo actividades fatigosas durante el día. Es conveniente recordar que el ciclo varía entre las personas madrugadoras y trasnochadoras.

Por otro lado, el peor momento para estudiar es el periodo que incluye la madrugada y las primeras horas de la mañana. Entre semana, los estudiantes tardan aproximadamente de tres a cinco horas en mejorar sus niveles de alerta tónica, fásica y de atención selectiva, para procesar eficientemente la información. Muchos maestros han observado que algunos

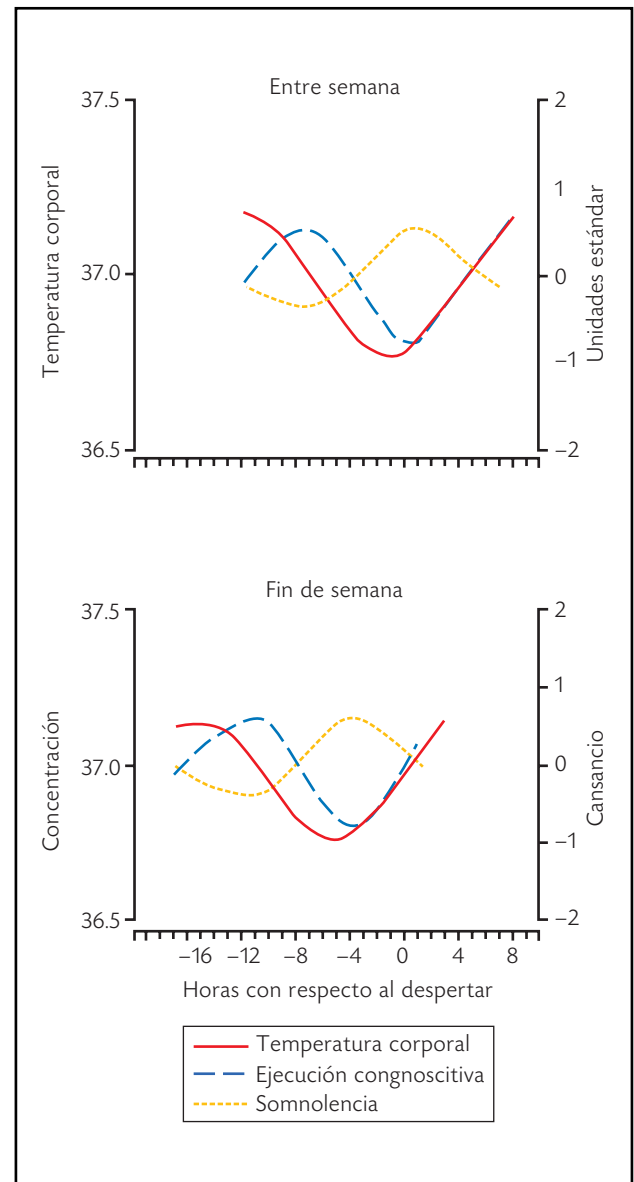


Figura 3. Variaciones circadianas en la temperatura corporal, somnolencia y ejecución cognoscitiva (incluye alerta tónica, alerta fásica y atención selectiva) con respecto al momento de despertar entre semana y el fin de semana.



alumnos no pueden participar activamente en las actividades escolares durante las primeras horas de clases; varios incluso se quedan dormidos en ese intervalo.

Las variaciones circadianas que se describen en este trabajo tienen repercusiones sobre muchas áreas aplicadas. Uno de los campos donde este hallazgo tiene implicaciones inmediatas y cruciales es en el trabajo, tanto el nocturno como el rotatorio y el de turno diurno. Cuando una persona tiene que trabajar una jornada prolongada, lo más probable es que su ejecución se deteriore progresivamente, ya que

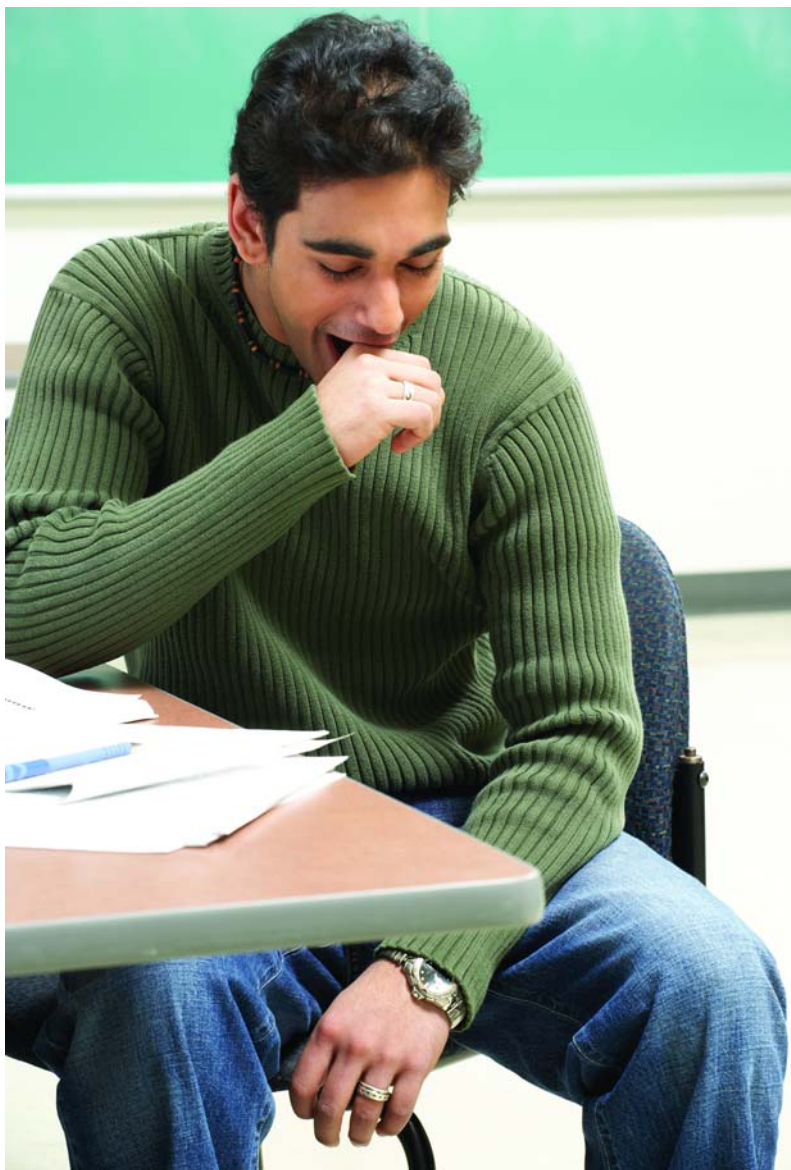
se reduce la eficiencia en todos los componentes atencionales, sobre todo en la concentración.

El deterioro en la ejecución puede ser mayor si la persona no durmió la noche anterior, si durmió poco o mal, o si no ha dormido en dos o más días. Si la persona tiene que trabajar durante la noche, a la hora en que se reduce su temperatura corporal tendrá una disminución aún mayor en algunos componentes atencionales (alerta tónica, alerta fásica y atención selectiva). Cuanto más tiempo trabaje de forma continua, peor será su ejecución. En la madrugada y en las primeras horas de la mañana, momento en el que su temperatura corporal disminuye, estará cansado y con una concentración disminuida, pero que aún le permitirá responder. En esos momentos estarán notablemente

afectadas su eficiencia y velocidad para responder a eventos específicos (alerta tónica, alerta fásica, atención selectiva). Podemos prever que en estas condiciones existe una mayor probabilidad de que ocurra un accidente si ocurre cualquier evento inesperado y la persona tiene que responder rápidamente o tomar decisiones.

La disminución en la eficiencia de algunos componentes atencionales puede incluso promover el uso de estimulantes menores del sistema nervioso en la mañana. Estas sustancias se encuentran en bebidas como el café, el té negro o los refrescos de cola. Uno de estos estimulantes podría aumentar el nivel de alerta tónica, pero difícilmente mejoraría de forma específica el nivel de alerta fásica y atención selectiva.

En resumen, existen variaciones circadianas en tres componentes atencionales: alerta tónica, alerta fásica y atención selectiva. Estos componentes de la atención son cruciales para el aprendizaje y alcanzan niveles altos en la tarde, con un máximo en la noche, dos horas antes de empezar a dormir; en ese intervalo estamos en condiciones óptimas para estudiar, excepto cuando estemos cansados o no hayamos dormido bien la noche anterior. Estas variaciones circadianas pueden afectar el aprendizaje y el rendimiento escolar, por lo que resulta necesario que las personas involucradas con los programas educativos consideren los tiempos óptimos para la atención y la mejor eficiencia de aprendizaje.



¿ERES ESTUDIANTE BÚHO O ALONDRA?



Es común encontrarnos con personas que se quejan de la gran dificultad que tienen para levantarse temprano, pero que pueden mantenerse activos y muy despiertos hasta entrada la madrugada. De igual manera nos encontramos con madrugadores que a hora muy temprana ya salieron a ejercitarse o a trabajar y que son muy malos trasnochadores.

Estas diferencias parecen depender de los hábitos que desarrollamos con nuestro estilo de vida. Sin embargo, estudios recientes de cronobiología indican que dichas tendencias pueden tener un origen biológico.

Seguimientos de poblaciones de distintas edades muestran que al entrar en la adolescencia, los individuos se vuelven francamente nocturnos, también denominados “búhos”. Al adolescente se le dificulta levantarse temprano y, en vacaciones, cuando los horarios de la escuela le dejan libertad para determinar su horario, pueden dormir hasta medio día. Por el contrario, conforme pasan los años y los individuos se acercan a los 50 años, su tendencia se hace francamente matutina, por lo que son conocidos como “alondras”. Además de los cambios en las tendencias a lo largo de la vida, existen individuos que durante toda su vida son preferentemente nocturnos o diurnos.

En el ámbito educativo, el *cronotipo*, o perfil de los ciclos circadianos de una persona, determina las horas óptimas para aprender y estudiar. De lo anterior se desprende que para muchos estudiantes, en especial durante la adolescencia, se deberían planear las clases hacia el medio día y la tarde. Para abordar este problema, en Brasil y Estados Unidos se han propuesto cambios de los horarios escolares de escuelas secundarias y preparatorias. Sin embargo, estas propuestas tendrán que vencer convenciones sociales y los cronotipos de los profesores.



Si la persona tiene que trabajar durante la noche, a la hora en que se reduce su temperatura corporal tendrá una disminución aún mayor en algunos componentes atencionales (alerta tónica, alerta fásica y atención selectiva).

Bibliografía

- Carrier, J. y T. H. Monk (2000), "Circadian rhythms of performance: new trends", en *Chronobiology international*, 17, pp. 719-732.
- Cohen, R. A. (1993), *The Neuropsychology of Attention*, Nueva York, Plenum Press.
- Colquhoun, W. P. (1971), "Circadian variations in mental efficiency", en W. P. Colquhoun (comp.), *Biological Rhythms and Human Performance*, Londres, Academic Press, pp. 39-107.
- Moore-Ede, M. C., F. M. Sulzman y C. A. Fuller (1982), *The Clocks That Time Us*, Cambridge, Harvard University Press.
- Posner, M. y R. D. Rafal (1987), "Cognitive theories of attention and the rehabilitation of attentional deficits", en M. Meier, A. Benton y L. Diller (comp.), *Neuropsychological Rehabilitation*, Nueva York, Gilford Press, pp. 182-201.
- Valdez, P., C. Ramírez y A. García (1996), "Delaying and extending sleep during weekends: sleep recovery or circadian effect?", en *Chronobiology International*, 13, pp. 191-198.
- Valdez, P., C. Ramírez y A. García (2003), "Adjustment of the sleep-wake cycle to small (1-2 h) changes in schedule", en *Biological Rhythm Research*, 34, pp. 145-155.
- Valdez, P., C. Ramírez, A. García, J. Talamantes y J. Borrani (en prensa), "Circadian rhythms in attentional components", en *Biological Rhythm Research*.
- Valdez, P., C. Ramírez y A. Téllez (1998), "Trastornos del ciclo dormir-vigilia", en A. Téllez (comp.), *Trastornos del sueño: diagnóstico y tratamiento*, México, Trillas, pp. 193-230.
- Wright, K. P., J. T. Hull y C. A. Czeisler, (2002), "Relationship between alertness, performance and body temperature in humans", en *American Journal of Physiology*, 283, R1370-R1377.

Pablo Valdez Ramírez estudió la licenciatura en psicología en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); la maestría en metodología de la ciencia y el doctorado en psicología en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Ha sido profesor en ambas casas de estudio. Actualmente es profesor de tiempo completo en la UANL y miembro del Sistema Nacional de Investigadores.
pavaldez@uanl.mx

Candelaria Ramírez Tule estudió la licenciatura en psicología en la UNAM, y la maestría en psicología social en la UANL, donde actualmente es profesora y estudia el doctorado en ciencias biológicas.
ramirez_tule@yahoo.com.mx

Aída García García estudió la licenciatura en psicología en la UNAM, y la maestría en psicología social en la UANL, donde actualmente es profesora.
maidagcia@yahoo.com.mx

Javier Talamantes López estudió en la UANL la licenciatura en psicología.
jav_tal@yahoo.com.mx

