

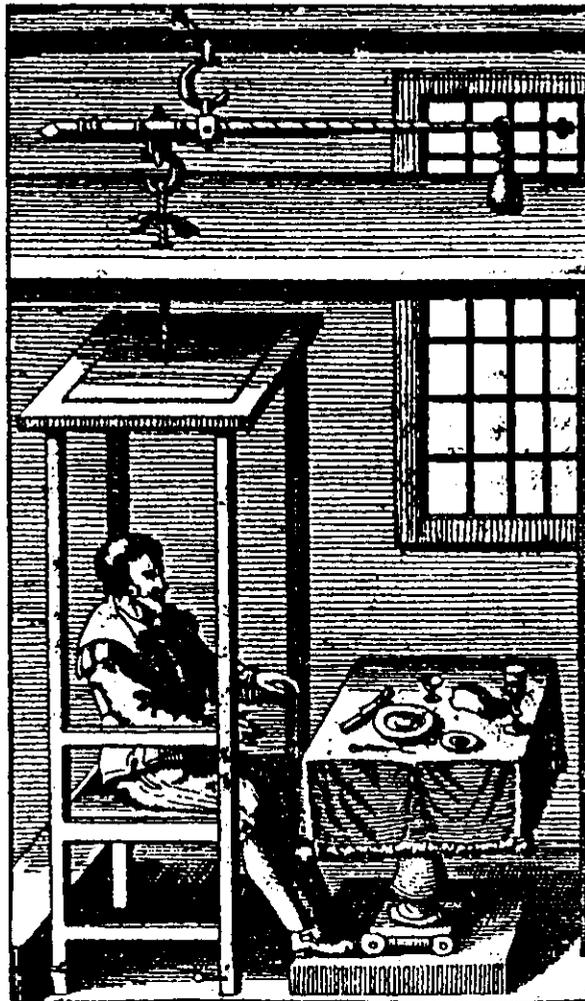
# LOS RITMOS BIOLÓGICOS Y SU INFLUENCIA EN EL HOMBRE

Javier Ramos Gil  
Dpto. de Filosofía. Facultad de Medicina  
Universidad de Cantabria, Santander

EN 1647, el científico italiano Sanctorius construyó una gran balanza donde se podía sentar cada día mientras comía. Durante 30 años se pesó y midió, anotando los cambios que iban aconteciendo en su condición física.

Encontró que su peso fluctuaba mensualmente paralelamente a cambios que seguían un ciclo de 30 días en la turbidez de su orina. Este fue probablemente el primer estudio realizado sobre la existencia de ritmos biológicos en los seres vivos.

Más recientemente, otros investigadores han reconocido que, a través de la evolución, los ciclos ambientales han ido dejando una huella en la estructura biológica de los organismos. Sin embargo, los seres vivos no sólo siguen los ritmos de los cambios ambientales sino que también tienen sus propios ritmos intrínsecos, que pueden ser tan precisos que incluso podrían servir como medida del tiempo, como ya observó Linneo en el siglo XVIII al ver la exactitud con que algunas plantas abrían y cerraban sus flores a determinadas horas.



Sanctorius en su balanza

Estos ritmos aparecen en todas las especies, controlando actividades tan dispares como los hábitos de caza nocturnos de los búhos y la capacidad que tienen las abejas para encontrar su camino entre la comida y su colmena comparando los cambios de posición del sol en el cielo con su propia situación.

Existen además otros ritmos orgánicos; las ondas cerebrales oscilan con períodos de milisegundos, el corazón late rítmicamente unas 70 veces por minuto, la temperatura corporal y la presión sanguínea se elevan y disminuyen con un ritmo de 24 horas, en la piel la división celular es máxima durante la noche y cae durante el día, etc.

El estudio del comportamiento rítmico de estructuras biológicas como las descriptas y de sus cambios ante diferentes situaciones constituye el campo de una nueva ciencia: la **cronobiología**, que analiza los distintos patrones que presentan los ritmos biológicos que se repiten cíclicamente.

Estos ritmos pueden tener una gran importancia en la práctica de la medicina, ya que el momento en que se efectúa cualquier prueba puede hacer variar los resultados de la misma y alterar la detección, prevención y tratamiento de cualquier enfermedad. Así, por ejemplo, no debe considerarse la existencia de un síndrome de hipertensión arterial en base a una o dos medidas tomadas arbitrariamente en cualquier momento del día, pues la presión arterial oscila rítmicamente no sólo cada 24 horas, sino también de día en día. También es de gran importancia la sincronización de las horas de administra-

ción de drogas quimioterápicas con los períodos en que las células tumorales sean más vulnerables y los tejidos normales más resistentes. De esta manera una sincronización adecuada puede reducir significativamente la toxicidad de las drogas para los tejidos sanos e incrementar su capacidad de ataque sobre tumor.

Algunos de estos ritmos son de gran importancia desde el punto de vista del rendimiento y seguridad en el trabajo; entre éstos destacan:

### **1. Ritmos sueño-vigilia:**

Los ritmos de actividad y descanso en el ser humano, siguen un ritmo circadiano (o sea, de 24 horas aproximadamente) y están estrechamente coordinados con los períodos de alternancia luz-oscuridad ambientales.

Sin embargo, se ha visto que estos ritmos continúan generándose incluso en condiciones ambientales no cíclicas. Esto se ha estudiado aislando a uno o varios individuos en cuevas o bunkers, donde no tenían acceso a luz diurna que les sirviera como señal de referencia del paso del tiempo.

En estas condiciones, los sujetos generaban sus propios ritmos de vigilia-sueño que habitualmente venían a ser algo mayores de 24 horas; de tal manera que, a medida que pasaban los días, iban desincronizándose poco a poco de los ciclos de luz ambientales.

En uno de los casos estudiados, un joven espeleólogo permaneció durante dos meses en una caverna a más de 100 metros de profundidad y con temperaturas cer-

canas a los 0° C. Como sus períodos de actividad-sueño eran algo más largos de 24 horas, pronto quedaron fuera de fase con respecto a los ciclos luz-oscuridad externos y solamente una vez a lo largo del experimento volvieron a entrar en fase en el ciclo de luz externo. Durante su estancia en la caverna, diariamente escribía algunas observaciones científicas, así como otras acerca de su estado físico y emocional. Su diario muestra que durante la mayoría del tiempo, sufrió diversas molestias, alteraciones intestinales y depresiones. Los únicos momentos en que señala que durante unos días se sintió optimista y sufrió menos molestias, curiosamente coinciden con el período durante el cual su ritmo de sueño-vigilia volvió a quedar sincronizado con los ciclos luz-oscuridad externos.

Esto parece indicar que, a pesar de que el organismo es capaz de generar internamente sus propios ritmos, es de gran importancia la influencia que los ciclos geofísicos terrestres (luz, temperatura, humedad,

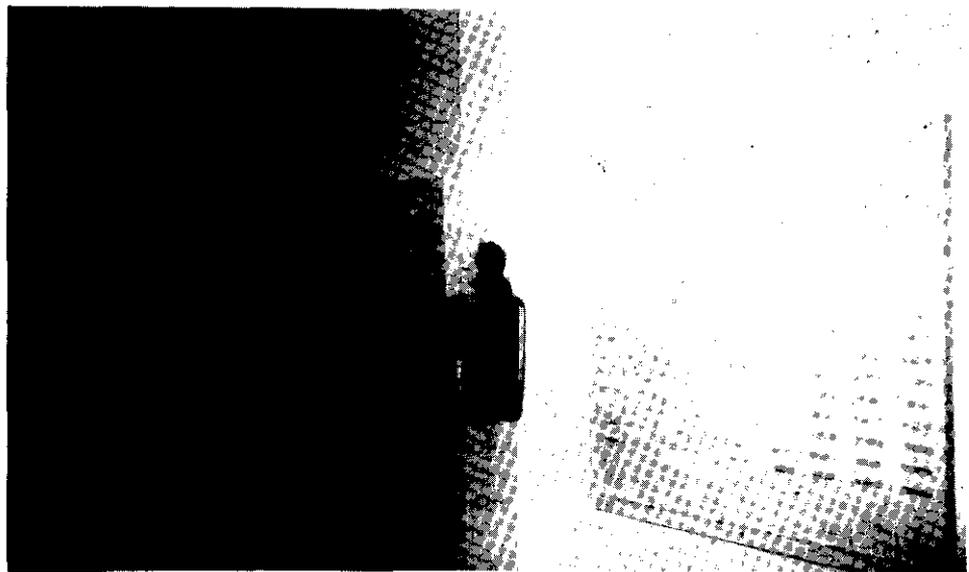
etc.) ejercen sobre nosotros y el hecho de que nuestros ritmos endógenos estén desincronizados con respecto a ellos, conlleva la aparición de diversos trastornos psicofísicos que son la consecuencia de una desadaptación con respecto a los ciclos medio-ambientales.

Uno de los ejemplos más estudiados de los efectos de esta desadaptación es el "jet lag", las alteraciones que se sufren cuando en los vuelos transoceánicos, en pocas horas se cruzan varias zonas horarias en poco tiempo y el reloj interno queda desincronizado con el horario vigente en el punto de llegada.

Así, por ejemplo suponemos que un hombre de negocios se desplaza de Madrid a Nueva York en un vuelo de unas siete horas de duración. Si sale de Madrid a las 11 a.m. llegará a su destino aproximadamente a las 18 p.m. según su horario original, pero en Nueva York se encontrará con que allí son las 12 a.m. Durante unas horas no tendrá problemas de adaptación, pero cuando a las 5 p.m. (hora de

Nueva York) tenga que asistir a una reunión con sus colegas americanos, su rendimiento no será el óptimo, ya que según su reloj interno, en ese momento serían las 23 p.m., por la mañana ha tenido un largo y cansado vuelo y el cuerpo le está exigiendo reposo en lugar de estar preparado para una larga sesión de delicadas discusiones. De esta manera, hasta que no transcurran algunos días de adaptación su capacidad de trabajo estará disminuida.

Este es un problema importante que afecta también a otros segmentos de población, como puedan ser a políticos, atletas y por supuesto, a las tripulaciones de vuelo. Hasta este momento la única forma de minimizar estos problemas es disminuir la actividad durante los primeros días tras el viaje. Sin embargo, en un futuro no muy lejano, es posible que estos efectos de los vuelos intercontinentales puedan ser reducidos al mínimo e incluso desaparecer si cristalizan investigaciones que actualmente se están realizando sobre la capacidad de la melatonina



(una hormona producida por el cerebro siguiendo ritmos controlados por la luz ambiental) para controlar la hora del reloj orgánico interno. En varias experiencias realizadas recientemente con grupos de voluntarios que viajaban entre Londres y San Francisco, unos recibieron píldoras con melatonina y a otros se les administró un placebo. Se estudiaron sus patrones de sueño y de alerta y los resultados mostraron que ninguno de los que habían tomado melatonina sufrió las alteraciones típicas del "jet lag".

Otro caso en que se afectan los ritmos sueño-vigilia es en aquellas profesiones (médicos, militares, empleados industriales) en las que la actividad se desarrolla durante las 24 horas. En estos casos, el personal suele ir rotando alternativamente en turnos de día y de noche. Al cambiar a un turno nocturno, los empleados se someten a un brusco cambio de fase de al menos 8 horas con respecto a su horario de trabajo inmediatamente anterior; pero tras un número suficiente de días, sería de esperar que sus ritmos biológicos se adaptasen al nuevo esquema, sin embargo esta adaptación generalmente no es completa.

Este fallo de ajuste orgánico se basa en dos factores: por una parte el hecho de que la mayoría de los empleados tienen libres al menos dos días a la semana, durante los cuales retornan a sus anteriores hábitos de sueño y a sus actividades de relación social habituales. Por otra parte, aunque a veces les suponga una pequeña pérdida de sueño, participan diariamente en la vida social del resto de la gente, que en general, desarrolla una actividad fundamentalmente diurna. Estas violaciones de lo que sería su rutina habitual, son suficientes para que el reloj orgánico no termine de adaptarse al cambio de fase impuesto, con lo que el ren-

precisión sea importante, vale la pena planificar el trabajo teniendo en cuenta los ritmos biológicos de los empleados.

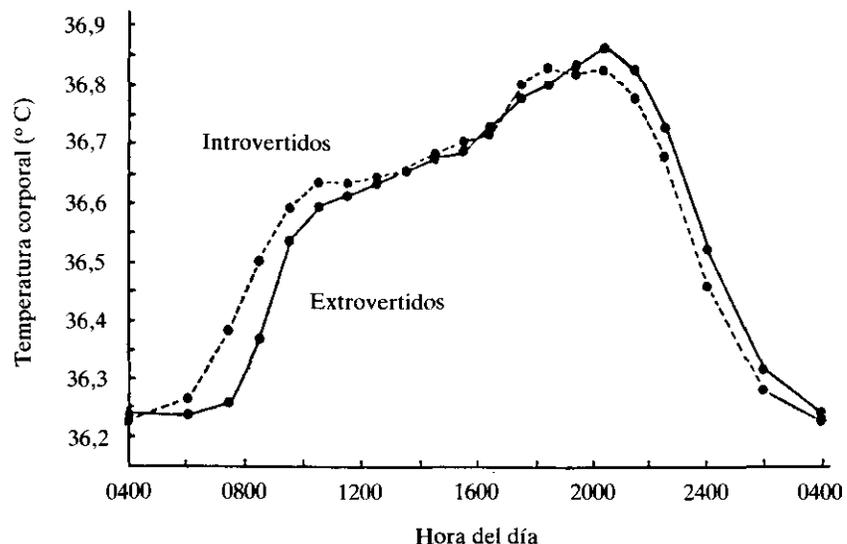
## 2. Ritmos en el rendimiento psicomotor.

Una vez reconocido el hecho de que muchos de los procesos fisiológicos en el hombre son rítmicos, es lógico pensar que la rapidez y habilidad con que se realizan las tareas diarias puede variar siguiendo también patrones rítmicos.

Estos patrones se han estudiado de dos formas: en el ambiente laboral, valorando el rendimiento en el trabajo habitual a lo largo

eliminadas. Naturalmente, en el laboratorio hay una sustancial pérdida de realismo, pero la novedad de la situación generalmente es una motivación suficiente par remplazar el incentivo socioeconómico de un trabajo real.

En un estudio acerca de la dependencia en el tiempo de la velocidad y precisión en la realización de trabajos manuales y actividades intelectuales, se suministró a un grupo de voluntarios varios test que podían realizar fácilmente en casa de 5 a 10 veces por día. Estos test incluían tareas en las que se determinaba el tiempo necesario par repartir un mazo de cartas en cuatro grupos y ordenarlas según diversos criterios, y tam-



*Promedio de temperatura corporal de 25 introvertidos y 22 extrovertidos tomada a lo largo de 24 horas. Se observa que la temperatura de los introvertidos asciende más temprano y desciende antes al llegar la noche, que en el grupo de los extrovertidos.*

dimiento de los trabajadores nocturnos es generalmente menor que cuando trabajan en un turno diurno. En trabajos que no requieren gran concentración o esfuerzo, esta pérdida de eficiencia es tolerable, pero en otros trabajos donde la

del día, y en el laboratorio, que realmente es la mejor manera de hacer una valoración, pues muchas variables indeseadas, como averías en la maquinaria o repentinos incrementos de actividad debidos a la presencia temporal del jefe son

bién varias pruebas de multiplicación. Tras cada test, se determinaba la temperatura oral de cada individuo. Se vió que en todos los casos aparecían patrones que, a lo largo del día, seguían la curva de **temperatura basal** de cada persona.



Posteriormente se ha encontrado que muchas otras actividades se realizan con habilidad variable a lo largo del día de forma rítmica, como el tiempo de respuesta a la luz mientras se conduce, la capacidad de vigilancia ante la pantallas de radar y sonar, velocidad de cálculo y capacidad de memorización. El patrón de la mayoría de estos ritmos también imita el del ciclo diario de temperatura corporal.

Una curiosa distinción en lo que se refiere a los cambios de rendimiento a lo largo del día, se puede ver entre dos grupos de población claramente definidos a través de diversos experimentos psicológicos; a uno de los grupos podríamos definirlo como "madrugadores" (aquellas personas que se levantan temprano sin gran esfuerzo, pero que, en consecuencia, sienten la necesidad de acostarse temprano) y "trasnochadores" (aquéllos otros que permanecen activos sin esfuerzo en horas tardías pero que, en cambio, son reacios a madrugar). Se ha visto que, mientras los "madrugado-

res" en general tienden a ser introvertidos, los "trasnochadores", en cambio, son más bien extrovertidos.

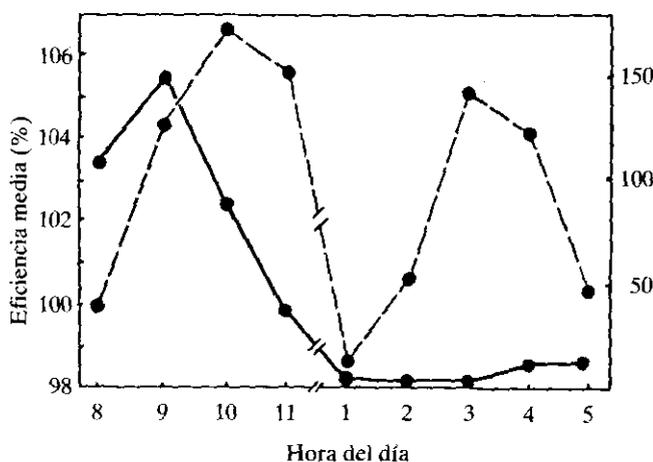
En un experimento que estudiaba las diferencias de comportamiento entre ambos grupos, se escogieron 47 introvertidos y extrovertidos a través de un test de personalidad y se registró su temperatura oral periódicamente a lo largo del día. Se comprobó que aunque ambos grupos seguía un curso semejante, elevándose a lo largo del día y descendiendo al llegar a la mañana en los introvertidos (que conocíamos como "madrugadores") y también caía antes por la noche que en los extrovertidos (los llamados "trasnochadores").

También se midió su eficiencia en la realización a lo largo del día, de tareas que requerían cierta agilidad mental. Se vio que los introvertidos tenían un mejor rendimiento comparativo en la primeras horas de la mañana mientras que los extrovertidos eran más eficaces en las últimas horas del día. El rendimiento de ambos grupos seguía un curso paralelo al de sus curvas de temperatura, aunque con una clara excep-

ción en ambos casos: había una caída de eficiencia tras la hora de la comida.

Este descenso de rendimiento postprandial también había sido comunicado ya en otros estudios publicados anteriormente. Fue observado por primera vez en 1916 en un grupo de estudio de psicología en la Universidad de California. A los estudiantes de este grupo se les pasó un cuestionario para determinar sus horas de estudio preferidas y su patrón de sueño habitual. A continuación se les sometió a 5 pruebas de memoria, que iban repitiendo a intervalos de una hora, a lo largo de 5 días.

Los test que se les realizaron fueron los siguientes: **memoria auditiva**, la precisión con que podían recordar y escribir series de dígitos de 4 a 12 números tras series leídas; **memoria visual**, se seguía el mismo procedimiento pero se les mostraban los números en lugar de hacérselos escuchar; test de sustitución, la rapidez para aprender que, símbolos equivalían a ciertos números; **test de reco-**



Horas preferidas de estudio (curva en línea continua) para 165 estudiantes, comparadas con su eficiencia en la realización de varios test de memoria (línea discontinua). Obsérvese la caída postprandial de la curva y que los estudiantes no aprovechan las horas que el test indica como de mayor rendimiento.

**necimiento**, la precisión con que recordaban figuras geométricas y **memoria lógica**, un test simple de memorización de diversos conceptos.

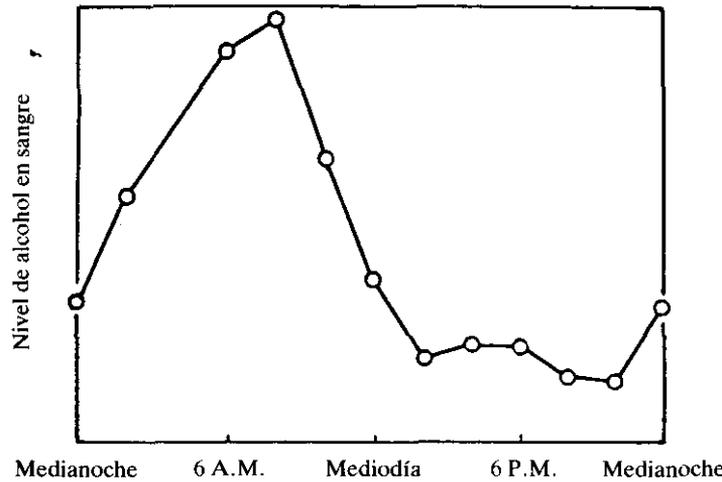
Los patrones de rendimiento en los 5 test fueron casi idénticos y mostraban

que la curva de máxima eficiencia intelectual ascendía en las horas centrales de la mañana y tras un pico de caída a la hora de comer, volvía a elevarse durante la tarde. Se vió que, en cuanto a sus preferencias de estudio, la mayoría de los estudiantes solían hacerlo en las

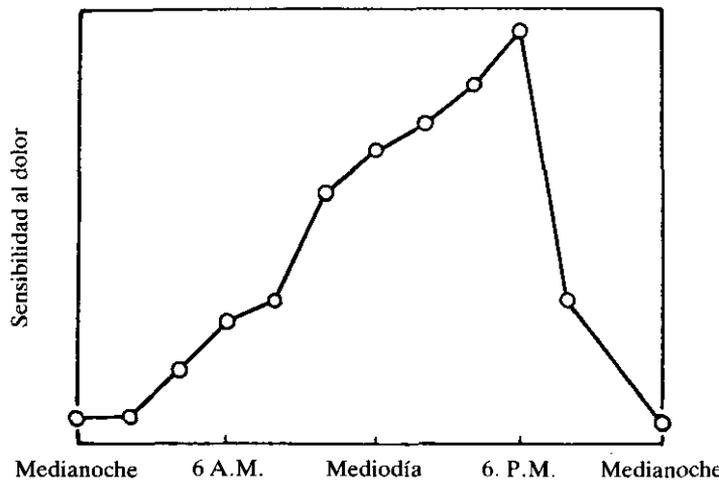
primeras horas de la mañana o por la noche, con lo cual no aprovechaban correctamente la tarde, durante la cual el rendimiento es elevado, como lo demuestran los test realizados.

Hasta la fecha, no hay una clara explicación para el **enlentecimiento** de las

funciones psicomotoras que ocurre tras la hora de comer, pues se mantiene incluso si se omite la ingestión del almuerzo; pero es un hecho claro y popularmente conocido, como lo demuestra algunas costumbres, como la siesta, que se adaptan a este bajón fisiológico.



*Ritmo diario en el metabolismo del alcohol. Entre las 2 P.M. y medianoche el alcohol se elimina más rápidamente que durante el resto del día. En consecuencia, el consumo de bebidas alcohólicas durante ese periodo tendrá un menor efecto intoxicante.*



*Ritmo diario en la sensibilidad del diente a un mismo estímulo doloroso. Entre las 8 P.M. y las 8 A.M., el diente es mucho menos sensible que durante las horas de trabajo habituales de los dentistas.*

### 3. Otros ritmos

Además de los ritmos de sueño-vigilia y los de rendimiento psicofísico, existen otros ritmos que a veces, pueden resultar de gran importancia a la hora de planificar nuestra actividad diaria, entre ellos destacan los ritmos metabólicos y los de tolerancia al dolor.

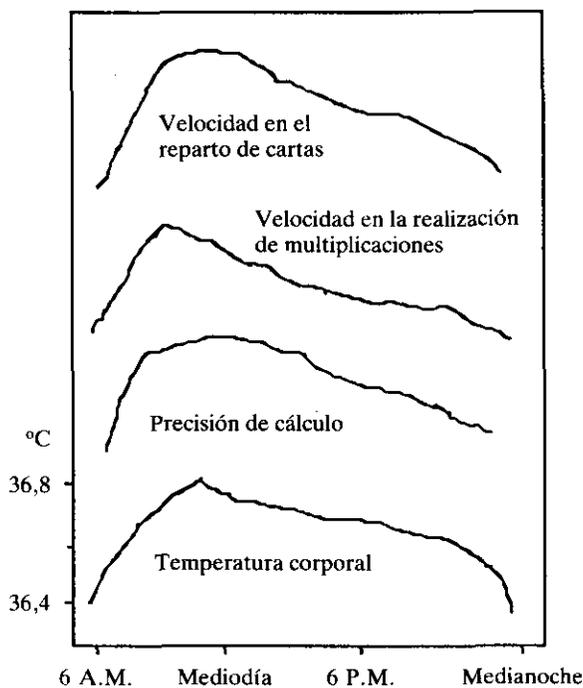
Entre los ritmos metabólicos es especialmente importante el ritmo en la metabolización del alcohol. Se ha visto que el alcohol es eliminado del organismo con mucha mayor rapidez por la tarde, entre las 12 a.m. y 12 p.m.; fuera de esas horas la capacidad para metabolizarlo descende considerablemente (hasta en un 25%). Por eso, si se va a conducir o se tienen que realizar trabajos que requieran precisión, es importante tener en cuenta que la última copa de la noche tendrá un efecto mayor que las anteriores, sobre todo si se toma ya de madrugada, pues el organismo está en un periodo de baja eficiencia metabólica.

En cuanto a la sensibilidad al dolor, desgraciadamente aumenta a medida que avanza el día, entre las 8 a.m. y las 8 p.m., horario que coincide con las horas de trabajo de los profesionales de la medicina ( en base a esto quizás fuesen

menos impopulares los dentistas si abriesen sus consultas en horario nocturno).

Por todo lo expuesto hasta ahora, vemos que la planificación del trabajo para conseguir una eficiencia máxima, debiera tener en cuenta normas generales como el reservar para el turno de noche aquellos trabajos que requieran una menor concentración y pre-

cisión en su realización y por otra parte hacer estudios que tengan en cuenta el temperamento emocional de cada persona a la hora de asignar distintos horarios de trabajo, por ejemplo y de forma genérica, los introvertidos ("madrugadores") rendirían más en los turnos de mañana y los extrovertidos ("trasmochadores") en los turnos de tarde.



*Ritmos diarios en la velocidad y precisión de ejecución de tareas sencillas promediados a lo largo de 20 días.*

### **FE DE ERRATAS**

En el anterior número de Salud y Trabajo (67) se han detectado los siguientes errores que rogamos disculpen nuestros lectores:

- El nombre correcto de la autora que figura en segundo lugar en el artículo "ASMA OCUPACIONAL APORTACION AL DIAGNOSTICO PRECOZ", pág. 14-20 es **M<sup>a</sup> Dolores Solé Gómez**.
- El nombre correcto del autor que figura en segundo lugar en el artículo "BIBLIOGRAFIA SOBRE ECONOMIA Y CONDICIONES DE TRABAJO", pág. 53-58, es **Daniel Sanfélix Morata**.
- En la página 49 y bajo epígrafe Programa de Control de Productos Tóxicos en el tercer párrafo debe figurar **carbamatos** en lugar de carbonatos.