

# TRABAJOS A TURNOS Y RITMOS BIOLÓGICOS

Ramón Ubeda Asensio  
CNCT Barcelona I.N.S.H.T.

## INTRODUCCION

La homeostasis, es el equilibrio interno que asegura la supervivencia de los seres vivos. Es un equilibrio dinámico donde hay fenómenos de ritmicidad, o sea, que todo ser vivo tiene funciones vitales regidas por variaciones periódicas y previsibles que son los ritmos biológicos.

Estos ritmos presentan un amplio espectro de frecuencias, desde un ciclo cada milisegundo hasta un ciclo que dura varios años. Pueden observarse tanto en células aisladas como en tejidos u órganos, en el organismo completo o incluso en poblaciones. Los ritmos biológicos se originan dentro del organismo, tienen su origen genético y son específicos de cada especie, sin embargo suelen estar sincronizados a algún hecho periódico externo que actúa como sincronizador o utilizando la palabra alemana como Zeitgeber. Luego podemos distinguir dos tipos de ritmos, un ritmo que se origina dentro del propio organismo, ritmo endógeno, y un ritmo que refleja una reacción pasiva a una señal del entorno, ritmo exógeno.

Estos sincronizadores (factores naturales del medio ambiente) están ligados directamente a la variación de la tierra, sea sobre su eje (24 horas) sea alrededor del sol. Definiendo así los dos ritmos principales de los seres vivos, el ritmo circadiano y el ritmo circannual. La predominancia de los ritmos circadianos ha conducido a una subdivisión del espectro rítmico biológico, en ritmos ultradianos, que tienen períodos más cortos que el circadiano y el ritmo infradiano o ritmos más largos que el circadiano.

Los ritmos de actividad y descanso en el ser humano siguen un ritmo circadiano de activación sicosomática (activación diurna) y de desactivación sicosomática (sueño nocturno) de nuestro cerebro.

El trabajador nocturno trabaja en fase de desactivación sicosomática y en oposición de fase a su ritmo natural.

Esta oposición circadiana de fase originaría un desajuste y desincronización de sus ritmos biológicos y es capaz de originar trastornos donde los síntomas principales serán los trastornos del sueño, los trastornos del aparato digestivo y la fatiga.

## DESCRIPCION DE LOS RITMOS CIRCADIANOS

Halberg, padre de la cronobiología denominó a los circarritmos, ritmos circadianos porque duraban aproximadamente 24 horas. Del latín circa.diem, cerca de un día.

Estos ritmos tienen múltiples variables: temperatura, pulso, tensión arterial, capacidad vital, consumo de oxígeno, fuerza muscular, secreciones hormonales, etc. (Figura 1).

## VARIACIONES CIRCADIANAS DE ALGUNAS «CONSTANTES» BIOLÓGICAS

Generalmente cuando se trabaja de día los máximos de estas variables ocurren durante el día y sus mínimos durante la noche o sea que un individuo sobre las 17 horas tendrá su temperatura central máxima, su mejor fuerza muscular, y un aumento de su hormona cortisol en sangre así como de su frecuencia cardiaca y respiratoria.

Ultimamente se ha descubierto que algunos parámetros sus máximos son por la noche y los mínimos durante el

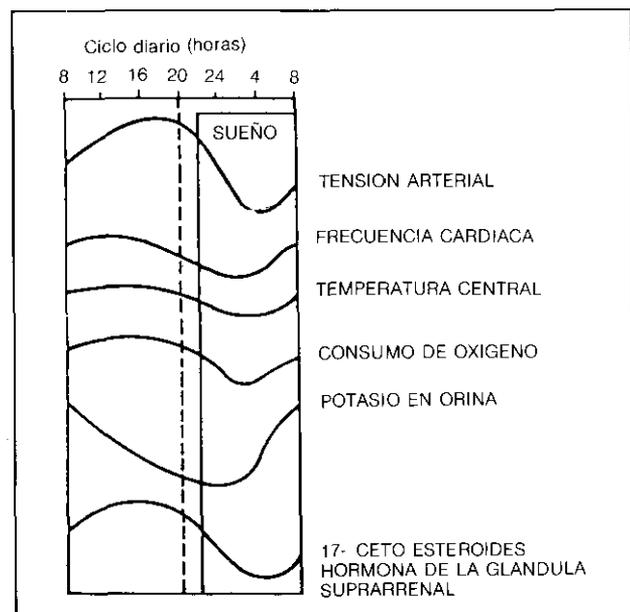
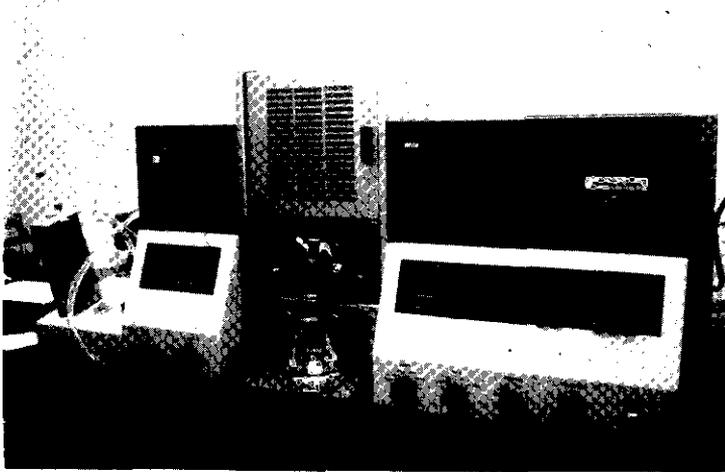


Figura 1



Absorción Atómica

día como es el caso de la hormona del crecimiento y de la apreciación de la memoria lejana.

Por sus propiedades que son análogas a los osciladores físicos la representación gráfica y la terminología son las mismas que las que se utilizan en la mecánica oscilatoria.

La **fase** el valor de una variable en todas sus derivadas de tiempo. El **periodo** es el intervalo de tiempo entre dos situaciones idénticas (un minuto, un día, un mes, un año, etc.). La **amplitud** es la mitad de la separación entre los valores extremos. Los ritmos se definen de grande y pequeña amplitud. La **acrofase** corresponde a la localización temporal de los valores máximos de una fase. El **ajuste de fase**, es la capacidad de un parámetro fisiológico de seguir a un desfase del sincronizador o Zeitgeber. El **mesor** o valor medio, es la media aritmética de todos los valores de la variable oscilatoria dentro de un periodo. (Figura 2).

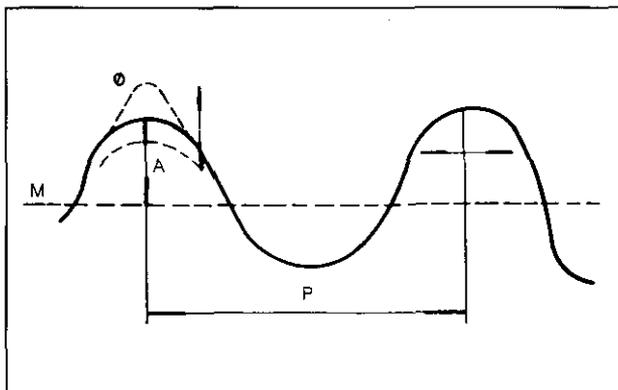


Figura 2

- M: Mesor, nivel medio de un ritmo.  
 A: Amplitud. Mitad de la separación entre los valores extremos. Los ritmos se definen de grande a pequeña amplitud.  
 Ø: Pico o acrofase. Corresponde a la localización temporal de los valores máximos.  
 P: (Período). Intervalo de tiempo entre dos situaciones idénticas.

FASE: es el valor de una variable en todas sus derivadas de tiempo.

AJUSTE DE FASE: Es la capacidad de un parámetro fisiológico de seguir a un desfase del sincronizador o Zeitgeber.

## ADAPTACION AL ENTORNO «ZEITGEBER»

Mientras que en los animales el zeitgeber ambiental más básico del ajuste temporal de los ritmos circadianos endógenos es la relación luz-oscuridad, en el hombre hay complicaciones adicionales ya que no solamente pueden modificarse artificialmente el tiempo de luz, sino que la influencia social es a menudo más importante que la relación luz-oscuridad. No obstante, se ha comprobado que la luz afecta los ritmos circadianos humanos viéndose que algunas variables muestran amplitudes más pequeñas o menos regulares en sujetos ciegos o en los habitantes de las regiones polares. Para el hombre son mucho más importantes los factores sociales. Simplemente el acostumbrarse a un horario en el que a determinadas horas, se realizan determinadas actividades sociales, permite a esta persona ajustar sus ritmos endógenos de acuerdo a unos condicionamientos sociales. Por ejemplo un reloj en una cámara de aislamiento total permite a este individuo mantener unos ritmos absolutamente normales.

Además de la luz-oscuridad hay otro zeitgeber fundamental, es el ciclo vigilia-sueño. El sueño ejerce influencia sobre la mayoría de los ritmos circadianos humanos, la alteración de su ritmo, conduce a modificaciones de las secreciones hormonales y de otras variables como presión arterial, temperatura oral, etc. etc.

Estas modificaciones pueden originar como mencionábamos anteriormente un desajuste y una desincronización de nuestros ritmos biológicos capaces de originar trastornos que se manifiestan por alteraciones del sueño, trastornos nerviosos, digestivos, etc. etc.

## ELEMENTOS DEL CONTROL CIRCADIANO

Los **ritmos endógenos** son de origen genético, son específicos, autooscilatorios y capaces de automantenerse. Estos **osciladores endógenos** parecen estar localizados en el sistema límbico, el núcleo supraquiasmático y la epifisis. La destrucción del núcleo supraquiasmático en ratas y monos es capaz de eliminar muchos ritmos biológicos. Por otra parte, la melatonina segregada por la glándula pineal es un marcador rítmico importante en la investigación circadiana. La secreción de melatonina se adapta en función del ciclo día-noche, disminuyendo los niveles en período de luz y estimulándose en la oscuridad. Los desfases de la secreción de melatonina son capaces de influenciar el ritmo sueño-vigilia en los humanos.

Los **ritmos exógenos**, que actúan como sincronizadores o zeitgeber, serían captados por los órganos de los sentidos que harían como de **transductores**. Esta información sería regulada por el tálamo, hipotálamo y sustancia reticular que harían de **modificadores** de la información que actuarían sobre la corteza cerebral (control lógico) y sobre los **osciladores endógenos** (Figura 3).

La respuesta de los osciladores endógenos sería filtrada a través de los modificadores y actuaría sobre la hipó-

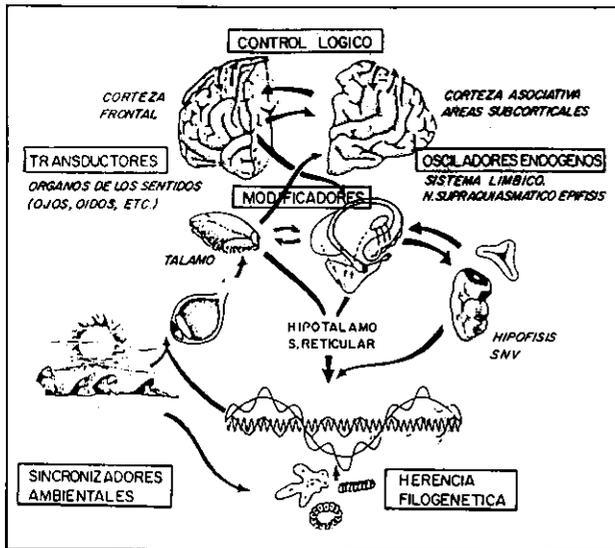


Figura 3. Jerarquía de los mecanismos de control según F. Halberg.

fisis, sistema nervioso vegetativo y todo el sistema endocrino a través del eje ACTH-cortisol.

## CRONOBIOLOGIA Y CRONOSICOLOGIA

Halberg da el nombre de **cronobiología** a la ciencia que estudia los ritmos biológicos. Sus comienzos fueron la investigación de los parámetros biológicos, para estudiar, posteriormente, la influencia del ritmo circadiano en la absorción y eliminación de ciertas sustancias (figura 4).

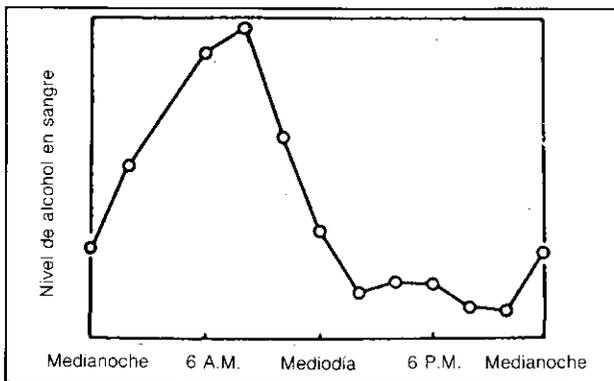


Figura 4. Ritmo diario en el metabolismo del alcohol. Entre las 2 P.M. y medianoche el alcohol se elimina más rápidamente que durante el resto del día. En consecuencia, el consumo de bebidas alcohólicas durante ese período tendrá un menor efecto intoxicante.

Ultimamente empezó a estudiarse la relación entre el comportamiento y los ritmos biológicos y se vio que, de una forma general, la eficiencia del hombre (Kleiman) sigue la misma evolución circadiana que la temperatura del cuerpo. Así se comprobó que la sensibilidad al dolor tenía su máximo sobre las 18 horas, las funciones sensorio-motrices (precisión, rapidez motriz, tiempo de reacción) mejoran durante el día y disminuyen por la noche. Lo mismo ocurría con los tests de eficiencia mental (test de detección de señales, operaciones aritméticas, etc., etc.) (figuras 5, 6 y 7).

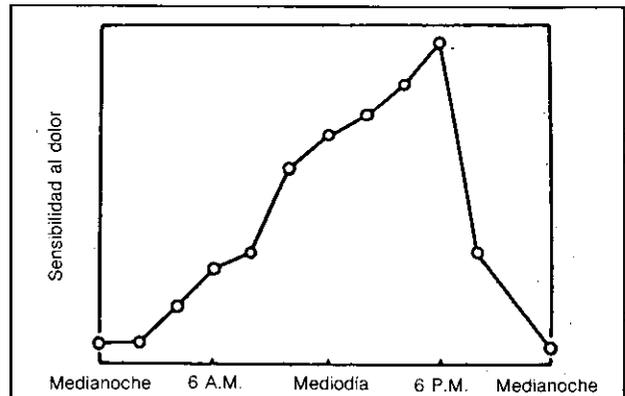


Figura 5. Ritmo diario en la sensibilidad del diente a un mismo estímulo doloroso. Entre las 8 P.M. y las 8 A.M., el diente es mucho menos sensible que durante las horas de trabajo habituales de los dentistas.

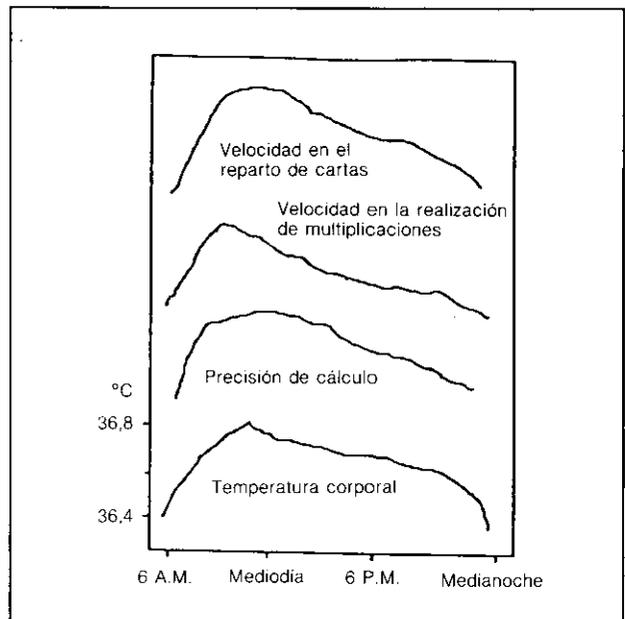


Figura 6. Ritmos diarios en la velocidad y precisión de ejecución de tareas sencillas promediados a lo largo de 20 días.

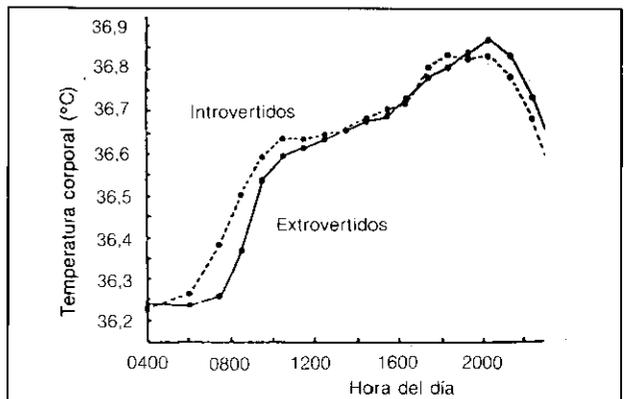
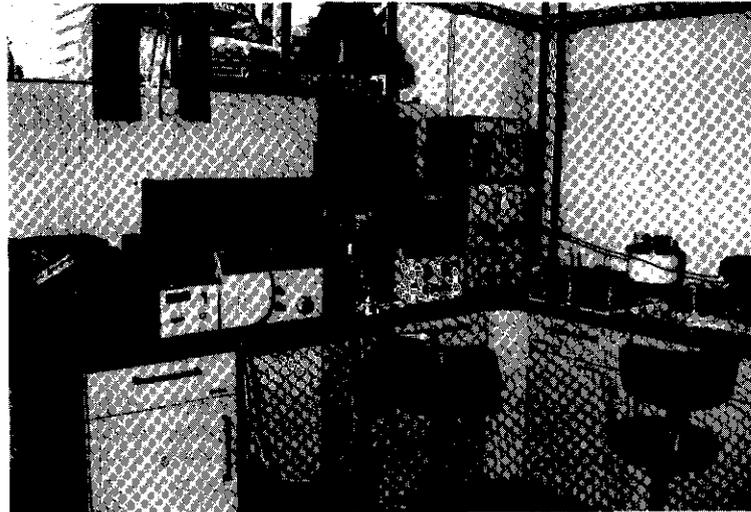


Figura 7. Promedio de temperatura corporal de 25 introvertidos y 22 extrovertidos tomada al observar que la temperatura de los introvertidos asciende más temprano y desciende en el grupo de los extrovertidos.

**P. Fraisse**, quizás intentando diferenciar lo psicológico de lo biológico, propone la denominación de **cronosicología** al estudio de las ritmicidades del comportamiento y la eficiencia y afirma que si bien es verdad que la correlación temperatura-comportamiento es una evidencia, como es el caso de la memoria a corto plazo, sin embargo en otros casos como por ejemplo en la memoria a largo plazo, esto no ocurre sino más bien lo contrario ya que es por la noche cuando los índices son más elevados. Por otra parte se ha demostrado en el trabajo a turnos que los ritmos de actividad son sincronizadores de las manifestaciones biológicas y que cuando el hombre está más implicado en su actividad, sea por motivación personal, sea por el ritmo de la producción impuesta, las variaciones de su eficiencia dependen menos de sus parámetros biológicos.



Absorción Atómica

## RITMOS BIOLÓGICOS Y TRABAJO NOCTURNO

El trabajador de noche está cansado porque el ritmo interno circadiano de su activación biológica está en contradicción con el ritmo de su actividad profesional.

No habría problema, biológicamente hablando, si el trabajador pudiera invertir sus biorritmos de tal manera que coincidiera con sus horarios de trabajo.

Durante cierto tiempo se pensó que el trabajador, después de varias noches podría invertir los biorritmos para

hacer coincidir la activación biológica y la actividad del trabajo. Sabemos ahora que no puede ser, mientras que un trabajo de 2 ó 3 noches no influyen en nada, por el contrario, un trabajo de noches más prolongado no provoca nunca una inversión de los biorritmos (la máxima es siempre diurna), pero se produce una atenuación de la amplitud de ciertos biorritmos y no de otros y, además, se produce una disociación de la correlación armoniosa que

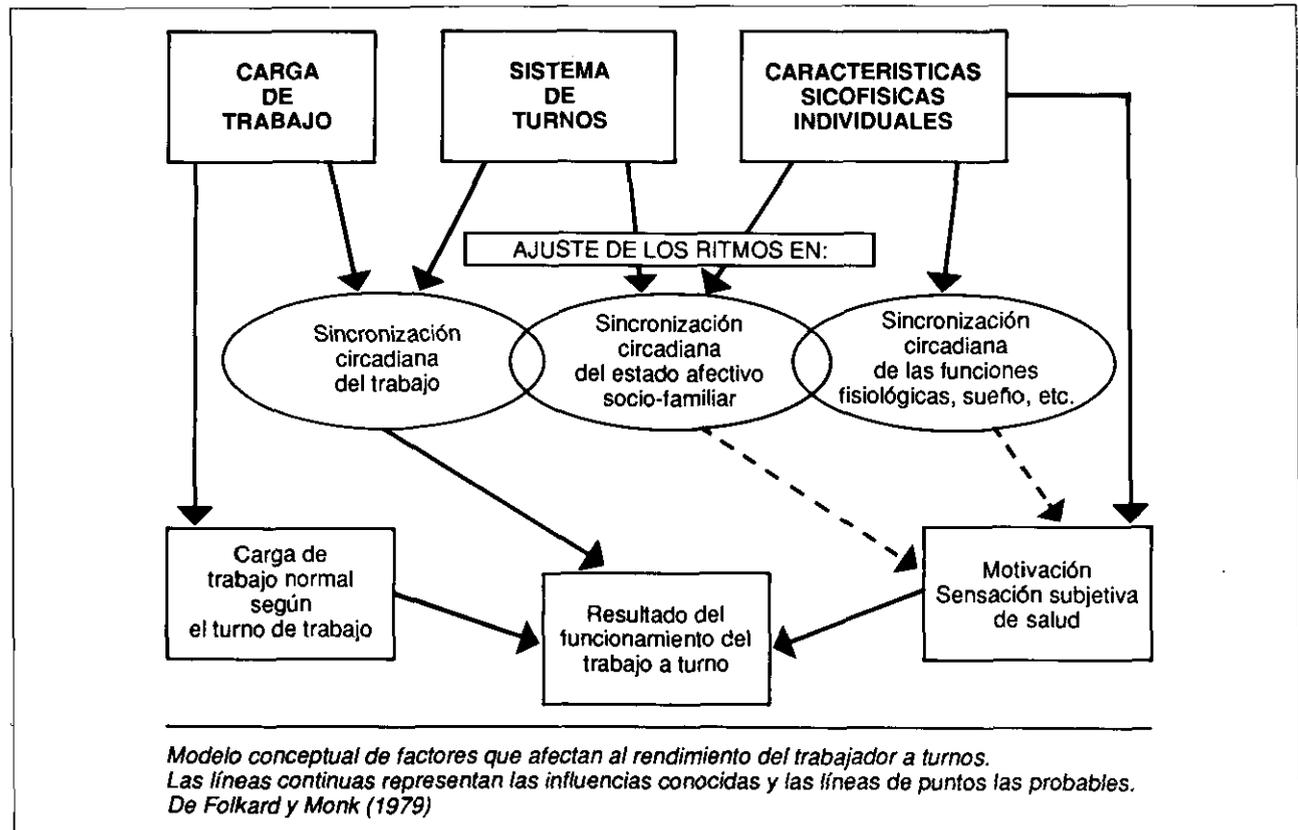


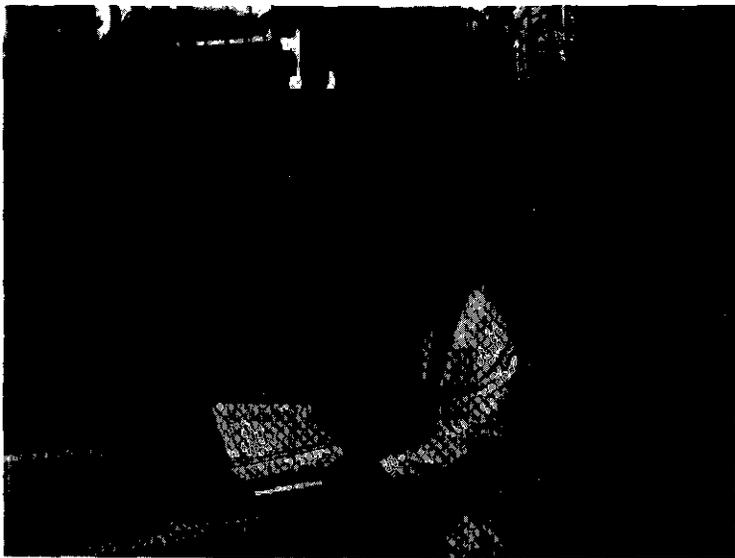
Figura 8. Trabajo a turnos y rendimiento.

unía los ritmos entre ellos. Bonjer (1985) demuestra que, tras el reposo semanal, los biorritmos inician su estado normal.

Todo esto se explica porque el trabajador no sólo tiene como sincronizadores los horarios de trabajo sino que también actúan como sincronizadores los horarios de la ciudad y de la familia. Estos sincronizadores entran en contradicción, en oposición de fase, en el trabajador nocturno, ya que el sincronizador laboral es nocturno y el sincronizador sociofamiliar sigue siempre diurno. En consecuencia la contradicción de los sincronizadores impide una verdadera inversión de los biorritmos (lo más una disminución de la amplitud) y el primer día de reposo o descanso semanal hace desaparecer el conflicto. No existe trabajo de noche permanente.

Los biorritmos del trabajador de noche no reaccionan de la misma forma ante los sincronizadores en conflicto. Algunos como la frecuencia cardíaca ceden al entrenamiento horario, otros como los jugos gástricos se sincronizan con el horario de la familia y otros ocupan una posición intermedia. La correlación armoniosa que los unía desaparece.

Andlauer y Fourre (1965) dicen que los trabajadores de noche que acusan más los trastornos patológicos son los que justamente ceden más al entrenamiento horario y como consecuencia la amplitud de sus biorritmos disminuye más.



*Espectrotometría Absorción Atómica.*

### BIORRITMOS Y ORGANIZACION DEL TRABAJO DE NOCHE

En la organización del trabajo se debe tener en cuenta la multiplicidad de factores que vierten en el resultado final del rendimiento del trabajo a turnos (*fig. 8*).

La carga de trabajo, el sistema de turnos y las características sicofísicas del trabajador van a influir ya sea positiva o negativamente en el ajuste y sincronización de los biorritmos del trabajador en relación al triple conflicto biológico, laboral y sociofamiliar al que está sometido. El resultado final del funcionamiento del trabajo a turnos dependerá, además de un buen ajuste de los ritmos, de

que exista una buena motivación y una carga de trabajo adecuada al tipo de turno.

Sobre la repercusión biológica que origina la disociación de los biorritmos debemos aclarar tres situaciones:

- 1.- ¿Los turnos deben ser permanentes o alternativos?
- 2.- En caso de alternancia ¿cuál debe ser la periodicidad?
- 3.- ¿Cuál debe ser la hora del cambio de turno?

En relación a si los turnos deben ser permanentes o alternativos, aunque no lo parezca, las dos modalidades son biológicamente parecidas, ya que la permanencia es una alternancia disimulada por el hecho del día de reposo semanal. Es, sin duda, por lo que los autores tienen conclusiones contradictorias. Mientras que Ublich (1957) prefiere el turno fijo, Andlauer, Soloviera (1960), Vernon (1943), Murrell (1965) estiman que, biológicamente, es mejor la alternancia, dado el mejor rendimiento nocturno en los alternantes y el aumento del tiempo de reacción en los permanentes.

Sobre la periodicidad de la alternancia, en un principio se recomendaba el trabajo de noche permanente o, en su defecto, rotaciones muy lejanas, cada dos meses, (Handengene 1963); pero, como ya sabemos, de esta forma se produce una disociación de los biorritmos y no una verdadera inversión.

Recientemente los autores, alentados por las observaciones de Bonger y Andlauer, han aconsejado las rotaciones cortas de 2 ó 3 días con el objetivo de evitar las modificaciones de los biorritmos.

Cuando nos referimos a cuál debe ser la hora del cambio de turno, el problema radica en la hora que separa el turno de noche del de la mañana. Se debe tener en cuenta la hora en que despierta el trabajador y el tiempo del trayecto desde la vivienda al trabajo.

Si el cambio es precoz, por ejemplo, a las 5 de la mañana, el trabajador de noche tendría la ventaja de acostarse de noche, hecho que subjetivamente gusta a muchos trabajadores nocturnos, y después de un sueño matinal relativamente largo, le será posible comer con la familia. Pero por el contrario, el trabajador de mañana, tendrá un despertar precoz con gran amputación del sueño paradójico, por eso Reinberg define dos formas de fatiga, una la del trabajador de noche con surmenage por trabajar en desactivación biológica y la otra la del trabajador de mañana a la que se le amputa el sueño paradójico.

### CONCLUSION

Si desde el punto de vista biológico parece lo más conveniente la alternancia y la rotación corta, existen muchos factores a la hora de organizar el trabajo a turnos que hagan a veces más deseable la permanencia o la rotación lenta.

Muchas personas prefieren la rotación lenta y un sistema simple de alternancia que permita prever y organizar sus actividades sociofamiliares. Otras veces se prefiere durante cierto tiempo el turno de noche permanente, ya sea por motivos económicos o para organizar el tiempo libre de día para otras actividades.

No existe la solución perfecta y cada turno tiene sus ventajas e inconvenientes. El turno de mañana es el mejor desde el punto de vista sociofamiliar, el turno de tarde es el mejor desde el punto de vista de recuperación física y el peor desde el punto de vista social y familiar, y el turno de noche es el que produce más trastornos y tiene el problema del reposo diurno.

En lo que están de acuerdo todos los trabajadores de noche es en que la mejor solución sería el disminuir la duración del trabajo de noche. La jornada laboral semanal en vez de 40 horas debería ser de 36 horas ó 33 horas semanales.

### BIBLIOGRAFIA

1. P. FRAISSE  
*Elements de Chronopsychologie. Travail Humain Vol. 43 n° 2 pag.353-372 1980.*
2. CONFERENCIA INTERNACIONAL DEL TRABAJO  
*76ª Reunión Informe V. El Trabajo Nocturno O.I.T. Ginebra. 1989.*
3. CARPENTIER-P. CAZAMIAN.  
*El trabajo Nocturno O.I.T. Ginebra 1977.*
4. TIMOTHY H. MONK. *How to Make shit Work, PHD, Monk 1988.*
5. P. ANDLAUER, J. CARPENTIER, P. CAZAMIAN  
*Ergonomie du travail de nuit et des horaires alternants Editions Lujas 4,6,8 rue de la Maison Blanche. Paris 1977*
6. CORLETT et al.  
*La adaptación de los sistemas de trabajo por turnos. Fundación Europa por la mejora de las condiciones de vida y trabajo 1989.*
7. HALBERG, F.  
*Temporal coordination of physiologic function. New York. The biological laboratory 25, 289-310-1960.*
8. QUEINEC Y TEIGER C.  
*Travailler la nuit? Mais dans quelles conditions. Cahiers de notes documentaires, n° 128, 3<sup>er</sup> Trim. 1987.*
9. J.A. FERNANDEZ FREGUERAS y P. URQUIA AGUDO  
*Ritmos circadianos en medicina aeroespacial. Jano 663. Ediciones Doyma, Barcelona 1985.*
10. TIMOTHY, H. MONK  
*Hours of Work - Temporal factors in Work Scheduling. Wiley 1985*
11. A. REINBERG, P. ANDLANER et N. VIEUX  
*Tolerance du travail posté: une approche chronobiologique. Le travail humaine tome 44 n° 1 1981*
12. JAVIER RAMOS GIL  
*Los Ritmos biológicos y su influencia en el hombre. Salud y Trabajo INST 68. Madrid 1988.*
13. J. HERMANN et al.  
*Hygiene mentale et medicine du travail Feuills de Medicine de Travail. Fascicule 2 1974.*
14. FRANÇOIS DESRIAUX  
*Le travail posté et les rythmesbiologiques Préventique-N° 2 Mai 1985*