

# Sueño, sueños y aprendizaje\*

## Hacia una neurofisiología de la cognición

Eugenia Guzmán

**Objetivos.** La significación del sueño y en particular del sueño de movimientos oculares rápidos (MOR) ha sido tema de debate a lo largo de la historia, desde José el soñador (Génesis 37-45), pasando por Freud hasta nuestros días. Cualquier modelo que intente explicar el fenómeno del sueño en sí y de las ensoñaciones, por necesidad debe dar cuenta de dicho fenómeno en humanos y en animales ya que electrofisiológicamente compartimos esta serie de interesantes estados con los animales de sangre caliente incluyendo el sueño MOR durante el cual se dan las alucinaciones oníricas. Es altamente probable que de haber conocido Freud los desarrollos acerca de la neurofisiología del sueño, muy otras habrían sido sus especulaciones.

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer las nuevas vías investigativas que se están abriendo en la actualidad y que son tanto más apasionantes cuanto que establecen un puente más de enlace entre la neurofisiología y la cognición.

**Anotaciones preliminares y terminología.** La palabra "aprendizaje" en psicología se refiere a

diversos niveles y aspectos de los procesos de adquirir información y "memoria" se refiere a los procesos implícitos en el almacenamiento y clasificación de la información. En psicología experimental, el término de "aprendizaje" hace referencia a tres grandes tipos de adquisición de la información. Los dos primeros son los tipos básicos y de nivel más bajo, comunes a los humanos y a los animales, y el tercero se refiere al aprendizaje simbólico basado en una gran capacidad de memoria y de condensación de datos que probablemente no se da sino en humanos y algunos grandes primates.

Existen varias maneras de medir objetiva y cuantitativamente el aprendizaje: 1) El método de recuerdo libre en el cual el sujeto debe decir o escribir espontáneamente y sin ayuda ninguna lo que recuerda del material aprendido. 2) El método de "reconocimiento" en el cual el sujeto debe reconocer entre varias alternativas, la que es correcta. Así, si no recuerda cómo se dice "casa" en inglés, se le presentan cuatro alternativas (vgr., horse, hose, house, mouse) y debe escoger la correcta. 3) El método del "ahorro" que consiste en medir la cantidad de tiempo o de ensayos que le tomó a un sujeto aprender determinado material a nivel criterio y medir de nuevo la cantidad de tiempo o de ensayo que le toma volverlo a aprender al mismo nivel criterio. Si en el primer ensayo hubo cierto aprendizaje, en el segundo intento, el sujeto aprenderá el material en menos tiempo o en menos ensayos.

**Consolidación de memoria y sueño.** Desde 1924, Jenkins y Dallenbach (1) observaron que estudiantes universitarios recordaban mejor series de palabras que habían aprendido, si en el intervalo entre el aprendizaje y el repaso se les dejaba

\* Es curioso que una lengua tan rica como el castellano, que produjo una obra crucial sobre los sueños como es "La vida es sueño" no tenga una palabra específica y diferente de la del sueño como acto de dormir para este fenómeno. El Diccionario de la Real Academia de la Lengua define "ensueño" como: "sueño o ilusión fantástica del que duerme" y también como "ilusión o fantasía". Pero como no es el diccionario sino el uso popular el que ordena una lengua, en castellano nos referimos a esta ilusión fantástica como "sueños" y no como ensueños. Obviamente Calderón no quería decir que la vida era dormir, sino soñar. Sería un psicoanalista lingüísticamente desviador aquel que le preguntara a su paciente si tuvo "ensueños" aterradores. La mayoría de lenguas vecinas a la nuestra tienen una palabra específica para la primera acepción como es el "rêve" francés, el "dream" inglés, el "traum" alemán y el "sogno" italiano que lo diferencia del "sonno" o acto de dormir.

Dra. Eugenia Guzmán: Profesora asociada, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.

Solicitud de separatas a la Dra. Guzmán.

dormir. La retención era menor si el individuo estaba despierto y activo durante el intervalo. McGeogh y col. (2) fueron de los primeros en cuantificar el efecto benéfico del sueño sobre las trazas de memoria y estimaron que, en experimentos clásicos de aprendizaje de listas verbales, el ahorro después de dormir era de un 33%. En las décadas posteriores, este hallazgo se ha repetido a saciedad tanto en humanos como en animales (3-6). El típico aprendizaje en animales es el de someter a ratas a algún paradigma de condicionamiento operante "significativo" (es decir que no sea arbitrario y anodino sino que biológicamente resulte de alto interés para el animal). En estas condiciones, los animales que pudieron dormir un ciclo completo de fases de sueño recuerdan mejor la tarea que si no pudieron dormir o si durmieron pero sin sueño MOR.

En humanos, se hace aprender listas de palabras a los sujetos y, a algunos, se les asignan actividades "distractoras" en un período de unas ocho horas, al cabo de las cuales deben repasar las palabras o pares asociados aprendidas previamente. A otros sujetos, después de haber aprendido la lista, se les deja dormir una noche y, cuando se despiertan, se les hace repasar la lista. En estas circunstancias, la retención es mejor después de un período de sueño que después de un período de vigilia (6, 7). El efecto benéfico de un ciclo completo de sueño parece tener un periodo crítico de unas ocho a 16 horas entre el aprendizaje y el sueño (4).

**Neurofisiología del sueño y posible papel del MOR en el aprendizaje.** La vigilia se caracteriza por un ritmo electroencefalográfico beta, de alta frecuencia de unos 12 a 30 cps, muy asincrónico y de bajo voltaje, y que indica actividad mental. El segundo ritmo de la vigilia es el alfa, algo más lento (ocho a 10 cps) y más sincrónico el cual se presenta en vigilia relajada con los ojos cerrados e indica que el individuo está despierto pero relajado y sin una actividad cognitiva definida o intensa. El sueño por su parte, tiene tres grandes etapas a saber: sueño ligero, sueño profundo y sueño paradójico, también conocido como sueño de

MOR. El sueño ligero tiene un ritmo theta (cinco a siete cps) está entremezclado por brotes de alfa (lo que indica "despertares" cortos). El sueño profundo o lento es de uno a cuatro cps, y también se conoce como sueño de ondas delta. Esta es la etapa en que el individuo está más profundamente dormido en términos de la dificultad para despertarlo. El sueño paradójico (MOR) se caracteriza por un alto porcentaje de ondas alfa y beta mezcladas con ondas lentas y con movimientos oculares rápidos semejantes a los que se dan en vigilia. No es la etapa más profunda del sueño (8) pero es el período de ensoñaciones más vividas.

La extraña asociación entre sueño y consolidación de memorias parece derivar de una relación neurofisiológica directa entre el hipocampo y el *locus coeruleus*. El hipocampo, entre otras cosas, se relaciona con la cantidad de atención dedicada a un estímulo significativo durante la cual genera un ritmo theta hipocámpico (9). Por ablaciones experimentales del hipocampo (10,11) se sabe que es una región crucial para transformar las memorias a corto plazo en memorias a largo plazo. El modelo neurofisiológico acerca de las relaciones entre tallo e hipocampo y sueño y vigilia mejor desarrollado en el momento es el propuesto en Harvard por Hobson y su equipo (12). En vigilia, el ritmo theta hipocámpico es proporcional a la cantidad de información "útil (por aprender)" y decrece cuando el estímulo es conocido. En cuanto se presentan señales de novedad, emergen muy cortos y efímeros brotes de espigas pontogenículo-occipitales (PGO), las cuales también se presentan justo antes de un brote de MOR y que preludian la actividad de las células gigantocelulares del campo tegmental (FTG). Las PGO de vigilia son efímeras por su pronta habituación al estímulo novedoso. Por su parte, la actividad FTG aumenta proporcionalmente al nivel de incertidumbre acerca de la situación y en ese momento emerge un robusto theta hipocámpico que decrece cuando el estímulo es conocido. Ello es mediado por la inhibición del *locus coeruleus* a las células FTG y al hipocampo mismo. Durante el sueño MOR la inhibición del *locus coeruleus* decrece, aumenta la actividad espontánea de las FTG,

que alcanza su máximo y siempre es anunciada por salvas de PGO las cuales, al contrario de lo que sucede en vigilia, son de relativa larga duración. Finalmente, durante el sueño MOR, el theta hipocámpico también tiene importantes brotes de incremento que podría relacionarse con los movimientos oculares que dependen de los colículos superiores, tanto en vigilia como en sueño MOR. De hecho, el theta hipocámpico y los brotes de PGO tienden a sincronizarse a una misma frecuencia de cuatro a ocho cps. Como durante el sueño MOR no hay retroalimentación externa, estas imágenes generadas internamente crean el elemento de extrañeza, uno de cuyos componentes principales es la desorientación espacial por la carencia de datos acerca de coordenadas espaciales, probable origen del componente de "extrañeza" de las imágenes oníricas, las cuales probablemente se tratan de "procesar" con los consiguientes estados de sorpresa y ansiedad inherentes al sueño MOR.

**Cambios electroencefalográficos en el sueño durante el aprendizaje.** Cuando se somete a un sujeto (animal o humano) a ciertos tipos de aprendizajes complejos y "significativos" para el individuo (como es escapar de un choque para la rata o aprender algún material "interesante" para el humano), se observa un importante incremento en el porcentaje de MOR en las noches subsiguientes (6, 13). Pero si las tareas por aprender son "instintivas" (o sea, que no requieren de mayor aprendizaje para que se den), o en terminología más moderna, "preparadas" (14) o si son automatizadas o muy sencillas, el sueño MOR parece no tener mayor efecto sobre la retención subsiguiente (13-16). Dicho aumento de MOR disminuye a medida que el aprendizaje progresa y desaparece cuando el sujeto domina la tarea, es decir, cuando la "memorización" se ha ultimado (6, 15, 17, 18). En experimentos con animales, en cajas de evitación de doble vía, el aumento en el porcentaje de sueño MOR en ratas correlaciona inversamente con el número de shocks recibidos, es decir con el número de respuestas incorrectas (19). Maho (20) demuestra este mismo efecto en

gatos sometidos a condicionamiento de evitación. En humanos, se ha visto que estudiantes angloparlantes sometidos a cursos de inmersión de idioma francés (10 horas diarias) aumentan el porcentaje de sueño MOR (20, 21). Curiosamente, aquellos estudiantes que rindieron mejor en el curso fueron los que más aumento mostraron en su porcentaje de MOR (21). Igual cosa se demostró en estudiantes que se preparaban para competencias de trampolín (22), cursos de Morse (23) y de lenguajes de computador (13). A su vez Vershoor y col (24) demostraron que el MOR aumentaba en sujetos sometidos a aprendizajes complejos visuales y auditivos, pero que el aumento era mayor después del aprendizaje visual. Finalmente, los niños superdotados (que probablemente durante el día graban mayor número de eventos "interesantes") muestran mayor porcentaje de MOR que niños normales y, por su parte, los deficientes mentales muestran un MOR significativamente reducido (25, 26).

De este modo, el sueño MOR sena una etapa durante la cual se graban al máximo trazas de memoria relativamente recientes e inestables como son las de las horas o del día previo al anterior período de sueño (12, 27-31). Los hallazgos anteriores no sólo se limitan al aprendizaje en condiciones normales. Se ha determinado que pacientes afásicos incrementan su porcentaje de MOR en los periodos de recuperación del lenguaje (32). Los recién nacidos, por su parte, tienen un altísimo porcentaje de MOR probablemente en razón del bombardeo de estímulos a los que se hallan sometidos y que deben consolidar en su memoria (33).

Todo lo anterior parece indicar que en animales y humanos el sistema visual (y probablemente el auditivo también) barre los datos aprendidos en el día (o en los días anteriores) haciendo una doble tarea: la primera sena la de borrar trazas cuya consolidación en vigilia es muy precaria (34-36). Es decir, durante el sueño MOR habría un inicial debilitamiento de las sinapsis menos "fuertes" que da cuenta del olvido de muchos de los hechos del día tras una noche de sueño (37). Por otro lado, la segunda gran tarea que se cumple

durante el sueño MOR es la de consolidar los datos que quedaron del barrido inicial. Especulando un poco, podría pensarse que los ciclos polisomnes de la mayoría de los animales obedecieran, en parte, a que, por tener sistemas corticales menos poderosos que los del humano deben hacer este registro varias veces al día, lo cual coincidiría con los numerosos ciclos de sueño en 24 horas.

**Efectos sobre el aprendizaje de la privación de ciertas etapas de sueño.** Cuando se somete a animales a determinado tipo de aprendizaje y se les priva del sueño MOR, se evidencia una dificultad extrema en la retención de dicho aprendizaje (38). Además, drogas que inhiben el MOR como son la atropina o inhibidores de síntesis de proteínas como la anisomicina que tiene el efecto de suprimir selectivamente el sueño MOR (dejando intacto el sueño de ondas lentas) tienen también la capacidad de suprimir memorias o, por lo menos, de hacer que su consolidación sea muy difícil (39, 40). Este efecto de decremento en la consolidación de memorias correlaciona con decrementos en el aprendizaje de evitación y con desincronización del ritmo theta hipocámpico, el cual es crucial para que se dé la "orientación" hacia un nuevo aprendizaje. Además, tanto en animales como en humanos, el aumento "artificial" de la cantidad de MOR parece inducir un incremento en la retención al día siguiente del aprendizaje (41). Ahora bien, existe un período crítico para que la privación de sueño ejerza el efecto deletéreo sobre las memorias, que en el humano parece ser de unos dos días (42) y en la rata hasta de 20 horas (43).

Si se despierta a los sujetos antes de un período MOR, se les presenta el material por aprender, se les deja dormir de nuevo y a algunos de ellos se les despierta antes de que se presente el primer período MOR mientras que a otros se les despierta después de un período MOR, la retención es superior en los que pudieron dormir un período de MOR. De hecho, si sólo se durmió un período de sueño lento, la retención tiende a ser inferior (13, 16, 23, 31, 44, 45). Además, si los ensayos con alto porcentaje de alfa se descartan, definitivamente

parece que es el sueño MOR el que consolida las memorias (38,46,47). Con referencia a la activación alfa durante la presentación de estímulos durante el sueño, también se ha estudiado la duración que tienen estas trazas en la memoria del durmiente. Koukkou y Lehman (28) encontraron que la duración de la memoria para frases leídas a los sujetos mientras dormían era una función de la duración del alfa inducido por dichos estímulos la cual debe producirse dentro de los 30 segundos siguientes al estímulo (48).

**Aprendizaje durante el sueño.** Las anteriores observaciones llevan directamente a la pregunta de si es posible algún aprendizaje durante el sueño y en tal caso a la posibilidad de determinar la cuantía del fenómeno. Esta es un área de interés científico y comercial por cuanto una enorme cantidad de dólares se invierte anualmente en los llamados métodos hipnopedicos que han tenido gran popularidad para el aprendizaje de idiomas extranjeros durante el sueño. Esta corriente investigativa tuvo un auge en la Unión Soviética en los años sesenta, pero después el interés (aunque no el éxito comercial) pareció desvanecerse.

Ya desde 1956, Simón y Emmons (49) concluyen que, definitivamente, el aprendizaje durante el sueño no es posible. En los años sesenta salen a la luz unas 12 publicaciones soviéticas (tomadas o extractadas de un libro en inglés editado por Rubin en 1968). Las experiencias soviéticas son concluyentes en cuanto a las bondades del aprendizaje durante el sueño o hipnopedica (50-54).

Según las dos principales revisiones críticas de los estudios soviéticos de Aarons (55) y Eich (56), las discrepancias metodológicas que explican las diferencias radicales en resultados se basan en el uso de hipnosis por parte de los soviéticos (que, en ausencia de EEG, hace imposible saber si dormían o no), el no hacer control de EEG durante el sueño, y en el método de medir el aprendizaje (anecdótico y sin estadísticas entre los soviéticos y altamente cuantificado en los occidentales).

En occidente, la investigación hace contrapunto a los estudios soviéticos demostrando cómo si el sujeto estaba realmente dormido cuando se pre-

sentaba el estímulo (palabra o texto), el aprendizaje era nulo o tan distorsionado que no tenía efectos prácticos, como era ni siquiera reconocer el idioma en que se habló (57) o no reaccionar ante una palabra previamente condicionada (58). Haciendo un recuento de la cantidad de ondas alfa que instruían durante la presentación del material, se llega a la conclusión de que el aprendizaje complejo (medido por el método de reconocimiento de las palabras presentadas) no es posible sino en el estado uno de sueño (somnolencia) (46). Asimismo, se demuestra que no es posible establecer condicionamiento clásico autónomo en humanos soñolientos (58).

A partir de los años sesenta, el interés por estudios de aprendizaje durante el sueño parece decaer en el mundo entero. En los años setenta y ochenta el énfasis se coloca más en el papel "facilitador" que puedan tener las presentaciones durante ciertas etapas del sueño de determinado material. Por ejemplo, la presentación de los nombres equivalentes a dibujos vistos antes de irse a dormir incrementa el recuerdo de la lista de dibujos al día siguiente (16). Bierman y Winter (36) confirman el hallazgo, repetido a saciedad de que si existe una leve probabilidad de que un estímulo se perciba durante el sueño (sin despertar simultáneo), ésta se hallará en la etapa MOR y en las primeras etapas de sueño ligero. Ahora bien, incluso estando dormidos electroencefalográficamente, los sujetos experimentales muestran un tono muscular mayor que el de sujetos que duermen sabiendo que durante la noche no sucederá nada, efecto de expectativa se ha encontrado en trabajadores industriales de turnos (59). En estas condiciones, es factible pensar que dichos sujetos sean más fáciles de despertar y que en el trazado del EEG aparezcan con mayor facilidad las famosas ondas alfa de alertamiento. Esta observación puede explicar los infonnes de pérdida de eficiencia y cefaleas de los soviéticos (51).

Finalmente, la publicación más reciente acerca del aprendizaje durante el sueño es el informe rendido en 1990 al ejército de los EE.UU. por parte de un sobresaliente equipo de psicólogos y científicos sociales acerca de técnicas psicológi-

cas "no convencionales", entre ellas, los métodos de hipnopedia o aprendizaje durante el sueño (60). Este informe es muy claro al concluir que, definitivamente, el aprendizaje durante el sueño (en el sentido de procesar nueva información y grabarla en memoria) no es posible. Sin embargo, basándose en una muy experta revisión de Eich (56), uno de los especialistas mundiales en memoria implícita, Swets y Bjork (60) dejan una ventana abierta a futura investigación en el sentido de cuantificar y determinar con mayor claridad los efectos facilitadores de presentaciones de cierto tipo de material auditivo durante ciertas etapas del sueño en individuos hipnotizables con sugerencias hipnóticas presueño en el sentido de adquirir ciertas "disposiciones" o bienes emocionales hacia determinado modo de respuesta.

El éxito comercial de los paquetes de hipnopedia en muchos países se justifica a la luz de las evidencias anteriores ya que los clientes en realidad están despiertos cuando se someten a los discos de enseñanza. Además, tales programas prevén un repaso de la lección antes de irse a dormir y otro repaso después de dormir (y obviamente, el nivel de adquisición de idioma no es muy complejo). El nombre de estos métodos debería referirse más a aprendizaje durante el reposo y no durante el sueño y es de señalarse que resultan poco prácticos y poco eficientes (53).

Observaciones experimentales en torno de las ensoñaciones. El estudio científico de las ensoñaciones no se había abordado hasta el momento debido en parte a la íntima asociación entre ensoñaciones y psicoanálisis, importante factor de desestímulo para los investigadores y en parte al hecho de tratarse de un fenómeno eminentemente subjetivo y altamente distorsionado si se desea obtener una reproducción fiel de la experiencia. Si bien el panorama que se abre para la próxima década es menos romántico que el propuesto por Freud, es incluso más apasionante puesto que, por fin, deja vislumbrar con bases replicables y demostrables algunas luces acerca de la generación de cogniciones y acerca del montaje cognitivo y emocional de la "conciencia".

Las ensoñaciones más vividas, con una imaginaria mental cuasi real y con una "historia" ilustrada por las alucinaciones oníricas se dan eminentemente en la fase MOR del sueño. De hecho, si despierta a un individuo en sueño de ondas lentas, puede relatar algún tipo de "ensoñación" aunque en general, carente del componente alucinatorio vivido y con mayor contenido de "ideación" (más o menos distorsionada) que de alucinación. En cambio, cuando se despierta a sujetos sanos jóvenes en la mitad de cualquier período MOR, en 80% de los casos relatarán una ensoñación alucinatoria, vivida, "enfocada", en colores y en movimiento (61).

Dado que el hemisferio derecho (HD) es dominante para el análisis visoespacial y topológico, en un comienzo se pensó que sería este hemisferio el crítico para producir el componente alucinatorio visual de la ensoñación. Ello basándose en parte en el enorme número de estudios neuropsicológicos que demuestran a saciedad la dominancia del HD para identificar caras nuevas y sus expresiones emocionales (62) para identificar posiciones espaciales relativas, para efectuar rotaciones espaciales mentales (63) y para análisis espacial topológico no euclidiano (64). Sin embargo, los estudios con pacientes comisurotomizados, los cuales por tener el cuerpo calloso seccionado no pueden establecer comunicación entre uno y otro hemisferio, demuestran lo contrario. En efecto, siendo el HD eminentemente no verbal, estos pacientes usualmente no pueden comunicar verbalmente (tarea del hemisferio izquierdo) las experiencias perceptuales que llegan únicamente al hemisferio derecho. Sin embargo, un pequeño número de tales pacientes ha sido estudiado en cuanto a su capacidad de recordar sueños, la cual, aunque un tanto disminuida, está conservada. Si las imágenes visuales de los sueños fueran producto del HD, no habría modo de que dichos pacientes pudieran informar tales experiencias (65, 66).

Algunos estudios sugerían que durante el sueño MOR habría una asimetría electroencefalográfica que indicaría mayor actividad (alertamiento del hemisferio derecho (67, 68).

Pero Antrobus (72) demuestra que los cómputos estadísticos para comparar la activación de los hemisferios de tales estudios adolecían de serias deficiencias matemáticas o de muestreo. De hecho, no parece existir relación alguna entre la asimetría del EEG durante el sueño MOR y el tipo de sueños informados después de cada período MOR (69).

Ultimamente Farah (70) presenta varios casos de lesiones cerebrales izquierdas tras de las cuales los pacientes pierden definitivamente la capacidad tanto de generar imágenes visuales durante la vigilia como de generar sueños. Así, en contra de lo que el sentido común dictaba, parece demostrado que es el hemisferio izquierdo el que le confiere a los sueños no sólo el componente "histórico", con los nodos de enlace, los intentos por relacionarlos diversos componentes de las imágenes en un relato coherente y los intentos por asignar una secuencia "lógica" sino también el que le confiere a los sueños buena parte del componente alucinatorio visual, al menos en lo que respecta la parte "secuencial" de las alucinaciones.

En cuanto a la incógnita del carácter absurdo y extraño de las imágenes oníricas, últimamente se han desarrollado simulaciones en computador que generan secuencias análogas a las de los componentes de un sueño "tipo" siempre y cuando el computador carezca de retroalimentación de información (como sucede con los sueños). Esta parece ser una de las claves del carácter absurdo y extraño de los sueños por cuanto durante la vigilia nuestra cognición se genera eminentemente de arriba (corteza y sobre todo, orden por parte de los lóbulos frontales) hacia abajo (tálamo y tallo). En cambio, con base en el modelo neurofisiológico de Hobson, la generación de los sueños se efectúa de abajo (células FTG del tallo) hacia arriba (hipocampo y corteza), lo cual deja inferir que elementos generados desde abajo (por mediación de tallo y colículos superiores) sea un tanto degradada y desarticulada por falta de retroalimentación del exterior (71, 72). Sin embargo, la incorporación de elementos de vigilia durante el sueño parece relacionarse con un incremento en el rendimiento y en el procesamiento de

un evento en vigilia, como sucede cuando los estudiantes comienzan a "soñarse" en el idioma que están aprendiendo, cosa que correlaciona con su nivel de rendimiento (18).

### CONCLUSIONES

La revisión anterior intenta resumir las diversas líneas de investigación en tomo de las funciones biológicas del sueño y particularmente del sueño MOR. Después de siglos de enigma y especulaciones, parece abrirse una brecha en este campo. Queda clara una relación fundamental entre la duración y cantidad de sueño MOR con el grado de aprendizaje en vigilia y, posteriormente, con el grado de consolidación de memorias de dicho aprendizaje. Interesantes también las controversias en tomo del aprendizaje durante el sueño, fenómeno que, por implausible que parezca, se sigue investigando en torno de la posibilidad de formación de memorias implícitas o tendencias de respuestas. Finalmente, los hallazgos en tomo de la asimetría hemisférica en la generación de sueños y los modelos informáticos elaborados recientemente para simular secuencias semejantes a las de los sueños presentan unas perspectivas mucho más apasionantes que cualquiera de los escenarios wagnerianos propuestos en siglos anteriores desde el de Edipo de Efeso.

Los estudios mencionados en general requieren de un laboratorio estándar de sueño que disponga de un computador que analice las frecuencias y realice los cálculos necesarios. No hay motivo, por tanto, para que en un futuro cercano no se den estudios en esta línea en nuestro país.

### ABSTRACT

In this paper the author summarizes different pathways of research around biological functions of sleeping, and particularly of the REM sleep. It is clear that there is a significant direct relationship between duration and amount of REM sleep and the degree of learning during wakefulness and, at the end, with the degree of consolidation of such learning. Interesting too is the controversy around learning during sleeping. Finally, the findings around hemispheric asymmetry in the generation

of dreaming is another field of active investigation.

### REFERENCIAS

1. **Jenkins J, Dallenbach K.** Oblivescence during sleep and waking. *Am J Psych* 1924; **35**: 605-612.
2. **McGeogh JA, Irion AL.** The Psychology of Human Learning. Longmans, Nueva York 1932: 356.
3. **Barker RA.** The effects of REM sleep on retention of a visual task. *Psychophysiol* 1972; **9**: 107.
4. **Benson K, Feiberg I.** The beneficial aspects of sleep in an extended Jenkins and Dallenbach paradigm. *Psychophysiol* 1977; **14**: 375-384.
5. **Davis B.** Sleep and the maintenance of memory. *Perspect Biol Med* 1985; **28**: 457-464.
6. **Dujardin K, Guerrlen A, Mandai O, Sockeel P, Leconte P.** Facilitation mnésique par stimulation auditive au cours du sommeil paradoxal chez l'homme. *CR Acad Sci (III)* 1988; **307**: 653-656.
7. **Delacour J, Brenot J.** Sleep patterns and avoidance conditioning in the rat. *Physiol Beh* 1975; **14**: 329-335.
8. **Rechtschaffen A, Kales A.** (Eds.) A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stages of Human. Los Angeles: Brain Information Service/ Brain Research Institute, UCLA. 1968).
9. **Mackintosh NJ.** A theory of attention: variants in the associability of stimuli with reinforcers. *Psych Rev* 1975; **82**: 276-298.
10. **Rasmussen T, Milner B.** Clinical and surgical studies of the cerebral speech areas in man. En: Cerebral Localization. KJ Zulch, O Creutzfeldt, GC Gailbraith, N.Y., Springer-Verlag 1975.
11. **Scoville WB, Milner B.** Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 1957; **20**: 11-21.
12. **Hobson JA, Schmajuk NA.** Brain state and plasticity: an integration of the reciprocal interaction model of sleep cycle oscillation with attentional models of hippocampal function. *Arch Ital Biol* 1988; **125**: 209-224.
13. **Spreux F, Lambert C, Chevalier B, Meriaux H, et al.** Modification des caractéristiques du sommeil paradoxal consécutif à un apprentissage chez l'homme. *Cahiers Psych* 1982; **2**: 327-334.
14. **Seligman MEP.** Phobias and preparedness. *Behavior Therapy* 1971; **2**: 307-320.
15. **Hennevin E, Leconte P.** Etude des relations entre le sommeil paradoxal et les processus d'acquisition. *Physiol Beh* 1977; **18**: 307-319.
16. **Tilley AJ.** Retention over a period of REM or non-REM sleep. *Brit J Psych* 1981; **72**: 241-248.
17. **Bloch V, Hennevin E, Leconte P.** Relationship between paradoxical sleep and memory processes. En: Brazier MAB (ed.) Brain Mechanisms in Memory and Learning: from the single Neuron to Man. Nueva York. Raven 1979: 329-343.
18. **De Koninck J, Christ G, Rinfret N, Proulx G.** Dreams during language learning: when and how is the new language integrated. *Psychiatr J Un Olavva* 1988; **13**: 72-74.
19. **Leconte P, Hennevin E, Bloch V.** An analysis of a learning task and its level of acquisition on subsequent paradoxical sleep. *Brain Res* 1973; **49**: 367-379.
20. **Maho C.** Physiological concomitants of learning and paradoxical sleep in the cat. *Physiol Beh* 1977; **18**: 431-438.
21. **De Koninck J, Lorrain D, Christ G, Proulx G, et al.** Intensive language learning and increases in rapid eye movement sleep: evidence of a performance factor. *Int J Psychophysiol* 1989; **8**: 43-47.
22. **Bucchegger J, Meler-Koll A.** Motor learning and ultradian sleep cycle: an electroencephalographic study of trampoliners. *Percept Mot Skills* 1988; **67**: 635-645.
23. **Verschoor GJ, Holds tock TL.** REM bursts and REM sleep during visual and auditory learning. *South Af J Psych* 1984; **14**: 69-74.
24. **Mandal O, Guerrien A, Sockeel P, Dujardin K, et al.** REM sleep modifications following a Morse code learning session in humans. *Physiol Beh* 1989; **46**: 639-642.

25. **Grubar JC.** Sleep and mental efficiency. En: J Freeman (Ed.). *The Psychology of Gifted Children*. New York, Wiley and Sons. 1985.
26. **Grubar JC.** Le sommeil paradoxal des debiles mentaux. *Enfance* 1978; **2-3**: 165-173.
27. **Bonnet MH.** Auditory thresholds during continuing sleep. *Biol Psych* 1986; **22**: 3-10.
28. **Koukkou M, Lehman D.** EEG and memory storage in sleep experiments with humans. *Electroencephal Clin Neurophysiol* 1968; **25**: 455-462.
29. **Koukkou M, Lehman D.** Dreaming: the Functional state shift- hypothesis. A neurophysiological model. *Brit J Psychiatr* 1983; **142**: 221-231.
30. **Lehman D, Koukkou M.** *Electroencephal Clin Neurophysiol* 1974; **37**: 78-84.
31. **Scrima L.** Dream sleep and memory: new findings with diverse implications. *Integrative Psychiatry* 1984: 211-217.
32. **Greenberg R, Dewan E.** Aphasia and REM sleep: *Nature* 1969; **223**:183-184.
33. **Fagen JW, Rovee-Collier C.** Memory retrieval: a time-locked process in infancy. *Science* 1983; **222**: 1349-1351.
34. **Crick F, Mitchison G.** The function of dream sleep. *Nature* 1983; **304**: 111-114.
35. **Dewson JH, Dement W, Simmonds FB.** Middle ear muscle activity in cats during sleep. *Ep Neurology* 1965; **12**: 1-8.
36. **Benson K, Zarcone VP.** Phasic events of REM sleep: phenomenology of middle ear muscle activity and periorbital integrated potentials in the same normal population. *Sleep* 1979; **2**: 199-213.
37. **Bierman D, Winter O.** Learning during sleep: an indirect test of the erasure-theory of dreaming. *Perc Mot Skills* 1989; **69**: 139- 144.
38. **Fishbein W, Gutwein BM.** Paradoxical sleep and memory storage processes. *Behav Biol* 1977; **19**: 425-464.
39. **Anzerlak BM, Crow TJ, Greenway AP.** Impaired learning and decreased cortical norepinephrine after bilateral locus coeruleus lesions. *Science* 1973; **181**: 682-684.
40. **Barondes SH.** Effects of inhibitory cerebral protein synthesis on "long-term" memory in mice. En: D. H. Hfron (Ed.) "Psychopharmacology": a review of progress, 1957-1967. pp 905- 908. Public Health Service Publication, No. 1836.
41. **Mouze-Amady M, Sockeel P, Leconte P.** Modification of REM sleep behavior by REMs contingent auditory stimulation in man. *Physiol Beh* 1986; **37**: 543-548.
42. **Ambrosini MV, Sadile AG, Carnevale G, Mattacio et al.** The sequential hypothesis on sleep function: II. A correlative study between sleep variables and newly synthesized brain DNA. *Physiol and Beh* 1988; **43**: 339-350.
43. **Carlyle S, Lowe D, Moroud S.** Increases in paradoxical and slow wave sleep during acquisition of an appetitive task in rats. *Physiol Psych* 1977; **5**: 364-372.
44. **Dillon DJ.** Intervening activity and the retention of meaningful verbal material. *Psychon Sc* 1970; **19**: 369-365.
45. **Dillon DJ, Bowles EG.** The learning of meaningful verbal material following pre-presentation during either REM or non-REM sleep the previous night. *Res Comm Psychand Beh* 1975; **1**: 315- 326.
46. **Lasaga JI, Lasaga AM.** Sleep learning and progressive blurring of perception during sleep. *Percip Mot Skills* 1973; **37**: 51-62.
47. **Pearlman CA, Becker M.** REM sleep deprivation impairs serial reversal and probability maximizing in rats. *Physiol Psych* 1974; **13**: 813-817.
48. **Evans F, Orchard W.** Sleep learning: the successful waking recall of material presented during sleep. *Psychophysiol* 1969; **6**: 269.
49. **Simon CW, Emmons WH.** Responses to material presented during various levels of sleep. *J Exp Psych* 1956; **51**: 89-97.
50. **Bliznichenko L.** Hypnopaedia and its practice in *the URSSq.* *J Sleep Learn Ass* 1970; **3**: 17-21.
51. **Balkhashov.** The rapid teaching of a foreign language by lesson heard during sleep. En: F. Rubin (Ed.) *Current Research in Hypnopaedia*. New York, Elsevier 1968: 160-163.
52. **Kulikov VN.** The question of hypnopaedia. En: F. Rubin (Ed.). *Current Research in Hypnopaedia*. New York, Elsevier. 1968: 132- 144.
53. **Hoskovec J.** Hypnopaedia in the Soviet Union: a critical review of recent major experiments. *Int J Clin Exptal Hypnosis* 1966; **14**: 308-315.
54. **Zavalova ND, Zukhar VD, Petrov VA.** The problem of hypnopaedia. En: F. Rubin (Ed.). *Current Research in Hypnopaedia*. New York, Elsevier 1968: 145-151.
55. **Aarons L.** Sleep-Assisted Instruction. *Psych Bull* 1976; **83**: 1-40.
56. **Eich E.** Learning during sleep. En: National Academy Press, 1988: 88-108.
57. **Dittborn j.** Hypnopompic distortion of repeatedly heard verbal material. *APSS Meeting* 1968; **5**: 222.
58. **McDonald DG, Johnson LC.** Classical conditioning of autonomic responses in alert and drowsy subjects. *Biol Psych* 1975; **3**: 101- 112.
59. **Torsvall L, Akerstedt T.** Disturbed sleep while being on-call: an EEG study of ships' engineers. *Sleep* 1988; **11**: 35-38.
60. **Swets JA, Bjork RA.** An evaluation of "New Age" techniques considered By the U.S. Army. *Psych Science* 1990; **1**: 85-95.
61. **Antrobus J.** Dreaming: cognitive processes during cortical activation and high afferent thresholds. *Psych Review* 1991; **98**: 96-121.
62. **Corballis MC.** *Human Laterality*. Nueva York, Academic Press 1983: 55.
63. **Ratcliff G.** Spatial thought, mental rotation and the right cerebral hemisphere. *Neuropsychol* 1979; **17**: 49-54.
64. **Franco L, Sperry W.** Hemisphere lateralization for cognitive processing of geometry. *Neuropsychol* 1977; **15**: 107-114.
65. **GreenbergMS, Farah MJ.** The laterality of dreaming. *Brain Cognition* 1986; **5**: 307-321.
66. **Greenwood P, Wilson DH, Gazzaniga MS.** Dream report following commissurotomy. *Cortex* 1986; **13**: 311-316.
67. **Goldstein L, Stoltzfus NW, Gardocki JF.** Changes in inter-hemispheric amplitude relationships in EEG during sleep. *Physiol Beh* 1972; **8**:811-815.
68. **Gaillard JM, Laurian S, 7 Le P.** EEG asymmetry during sleep. *Neurophysiol* 1984; **11**: 224-226.
69. **Erlichman H, Antrobus J.** EEG asymmetry and sleep mentation during REM and NREM sleep. *Brain Cognition* 1985; **4**: 477-485.
70. **Farah M.** The neuropsychology of mental imagery. En: J. Boller y Grafman E. (Eds.) *Handbook of Neuropsychology* 1988; **2**: 395-413.
71. **Anderson J.** *The Architecture of Cognition*. Cambridge, Harvard University Press 1983.
72. **Antrobus J.** Cortical Hemisphere asymmetry and sleep mentation. *Psych Review* 1987; **94**: 359-368.