



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

ESTIMACIÓN SUBJETIVA DE LA DURACIÓN DE LAS ENSOÑACIONES DEL SUEÑO MOR

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN PSICOLOGÍA

P R E S E N T A:

LEONARDO LARA VALDERRÁBANO

DIRECTORA:

DRA. IRMA YOLANDA DEL RÍO PORTILLA

REVISORA:

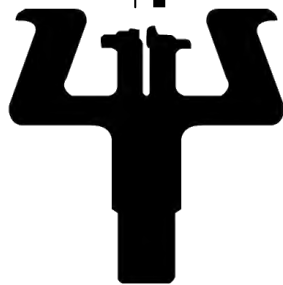
DRA. MARÍA ASUNCIÓN CORSI CABRERA

SINODALES:

DR. FRUCTUOSO AYALA GUERRERO

DR. OSCAR ZAMORA ARÉVALO

LIC. KARINA SIMÓN ARCEO



MÉXICO, D.F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

ESTIMACIÓN SUBJETIVA DE LA
DURACIÓN DE LAS ENSOÑACIONES DEL
SUEÑO MOR

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN PSICOLOGÍA

P R E S E N T A:

LEONARDO LARA VALDERRÁBANO

DIRECTORA:

DRA. IRMA YOLANDA DEL RÍO PORTILLA

REVISORA:

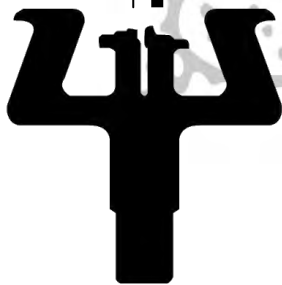
DRA. MARÍA ASUNCIÓN CORSI CABRERA

SINODALES:

DR. FRUCTUOSO AYALA GUERRERO

DR. OSCAR ZAMORA ARÉVALO

LIC. KARINA SIMÓN ARCEO



MÉXICO, D.F.

2010

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Sueño y en el Departamento de Cronobiología de la División de Neurociencias del Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz (Proyecto 3340-C).

El análisis de los datos se realizó en el Laboratorio de Sueño de la Facultad de Psicología de la UNAM.

Esta Tesis fue realizada con el apoyo de la Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) Proyecto IN228409.

Asimismo, se recibió el apoyo de la Secretaría de Salud, por medio de la Beca PROBEI (Programa de Becas de Inicio a la Investigación) de la Comisión Coordinadora de Institutos Nacionales de Salud y Hospitales de Alta Especialidad (CCINSHAE). Asignada por el desarrollo de un proyecto específico de investigación de título: Estimación Subjetiva de la Duración de las Ensoñaciones del Sueño MOR (Proyecto 3340-C).

A mi madre por tu gran apoyo, tu guía, tu confianza, tu fortaleza, toda tu comprensión, el aliento brindado en todo momento, tu trabajo para ofrecernos mejor educación, por tu amor por el conocimiento. Por tu dedicación inquebrantable y tu amor incondicional.

A mi padre por todo tu conocimiento, todas tus enseñanzas, tu consejo, tu humildad y tu honradez ejemplares, por tu labor y empeño orientados a un mundo con más equilibrio.

A mi hermano por tu compañía y aguante.

A mis abuelos, por brindarme un maravilloso ejemplo de vida.

A mi familia y amigos por su compañía y apoyo.

Para Ana, por tu paciencia, por entenderme y por todo tu cariño. Por tu inigualable compañía en cada registro, todo tu conocimiento y apoyo desde el principio hasta el final de este trabajo, cada paso es más interesante y divertido a tu lado. Gracias por ser mi mejor amiga y una gran pareja. Por nuestro futuro: te amo...

AGRADECIMIENTOS:

En especial a la Dra. Irma Yolanda del Río que aceptó dirigir este trabajo y ha influido mi carrera profesional tan positivamente. Por el gran apoyo académico y personal, brindados en cada etapa de este trabajo. Por su disposición al trabajo conjunto y todos sus conocimientos.

Agradezco a la Dra. María Corsi Cabrera por sus enseñanzas y ejemplo académico. Sus atinadas recomendaciones para que éste trabajo fuera más sólido.

A los miembros del sínodo: Dr. Fructuoso Ayala, Dr. Oscar Zamora y la Lic. Karina Simón, por sus valiosas aportaciones y pertinentes correcciones.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Psicología por brindarme una educación profesional de excelencia.

A todos los sujetos que participaron voluntariamente en esta investigación.

A los miembros del Laboratorio de Sueño y Departamento de Cronobiología del INPRF, por permitirme desarrollar este proyecto con su apoyo, enseñanzas y su amistad: Ignacio Ramírez, Ana Paula Rivera, Manuel Cruz, Carlos Camacho y Carlos Jiménez, en especial al Tec. Isidoro Camacho por su apoyo durante los registros y por sus enseñanzas. Al Dr. Calvo por la pregunta inicial e infundir curiosidad suficiente para realizar la investigación.

A los integrantes del Laboratorio de Sueño de la Facultad de Psicología, por su apoyo académico. Particularmente quisiera agradecer a Jorge Sánchez por su gran ayuda en el análisis y procesamiento de los datos.

A mis amigos: Alberto, Javier, Humberto, Alfonso, Italia, Laila, Sergio, Jessica, Mirtala, Rebeca por tantos años de amistad. También a todos mis amigos de Servandus.

De la Facultad: Ana, Ángel, Francisco, Luis, Frine, Leonardo, Tere, Lupita, Karla, Daniel, Chuy y compañeros de la carrera.

A toda mi familia por todo su cariño y apoyo en todo momento.

A los sueños.

RESUMEN

La duración subjetiva de las ensoñaciones, comparada con la duración del Sueño de Movimientos oculares Rápidos (MOR), no ha sido estudiada en detalle. El Sueño MOR tiene características fisiológicas propias que influyen en el estado psicológico y la duración de estas experiencias particulares es de gran importancia y se ha reportado una gran variabilidad en las duraciones estimadas, a pesar de que los episodios de Sueño MOR tienen duraciones máximas de 55 minutos.

La estimación temporal en rangos de segundos a horas, es un proceso de suma importancia para representar el medio externo y adaptarse a él. Cuando los organismos se encuentran alerta, éste proceso funciona normalmente, pero se ha reportado que los seres humanos poseen la habilidad de estimar intervalos durante el sueño nocturno.

En la presente investigación se compararon las duraciones estimadas de las ensoñaciones con el periodo de Sueño MOR correspondiente, la Latencia de Sueño Estimada con la Latencia de Sueño Real y el Tiempo Total de Sueño Estimado con el Tiempo Total de Sueño valorado poligráficamente. Se registraron 8 varones sanos, de 23 a 30 años, realizando estudios con Polisomnografía de 8 horas por 2 noches consecutivas, además se realizó una prueba de estimación temporal en vigilia.

Se realizaron 2 despertares experimentales a cada voluntario, controlando la duración del episodio de Sueño MOR en 7 ó 15 minutos, inmediatamente se ejecutó una serie de preguntas sobre la duración subjetiva de la ensoñación así como el reporte de la misma, el tiempo que tardaron en quedarse dormidos y el tiempo que llevan durmiendo. Se midió la Latencia de Sueño Real, el Tiempo Total de Sueño y la duración de cada episodio de Sueño MOR, se contaron las palabras de cada reporte y 4 jueces cuantificaron una serie de parámetros en cada reporte. También se presentó una tarea de estimación temporal en vigilia y tiempo de reacción.

Los resultados obtenidos muestran que la duración subjetiva de las ensoñaciones crece conforme el tiempo de Sueño MOR es más largo, al igual que el número de palabras y el parámetro de “Acciones o Eventos”. La estimación de la Latencia de Sueño fue sobreestimada por más de dos veces, como se ha reportado en investigaciones previas. La estimación del Tiempo Total de Sueño muestra que, en promedio, los sujetos estiman los intervalos largos (horas) con una exactitud equiparable a la de la vigilia a pesar de encontrarse inconcientes y/o privados de estimulación sensorial.

Estos resultados afirman que las ensoñaciones transcurren en tiempo real y ocurren primordialmente durante el Sueño MOR, además de que su duración no presenta la variabilidad que se reporta en otros estudios (de segundos a 24 horas). También apoyan a la teoría que asevera que el mecanismo cerebral que permite la estimación de intervalos en vigilia, permanece activo aún durante el sueño nocturno en sujetos normales, indicando la importancia de ésta habilidad para la adaptación adecuada al ambiente.

ÍNDICE

1. SUEÑO	1
1.1 DEFINICIÓN DE SUEÑO	1
1.2 CRITERIOS CONDUCTUALES	1
1.3 CARACTERÍSTICAS ELECTROENCEFALOGRÁFICAS	2
• VIGILIA	3
• SUEÑO DE ONDAS LENTAS (SOL)	4
○ FASE 1	4
○ FASE 2	5
○ FASES 3 Y 4 (SUEÑO DELTA)	6
• FASE DE SUEÑO MOR	8
• MOVIMIENTO (MT)	10
1.4 LATENCIA DE SUEÑO E INICIO DEL SUEÑO	11
1.5 FISIOLÓGÍA DEL SUEÑO DE ONDAS LENTAS (SOL)	12
• VIGILA	13
• TRANSICIÓN VIGILIA-SUEÑO	13
• SUEÑO DE ONDAS LENTAS	13
1.6 SUEÑO MOR	15
• FISIOLÓGÍA DEL SUEÑO MOR	16
1.7 SUEÑO MOR Y ENSOÑACIONES	17
• DURACIÓN DE LAS ENSOÑACIONES	19
2. ESTIMACIÓN TEMPORAL	22
2.1 PERCEPCIÓN TEMPORAL	22
• TIEMPO SUBJETIVO	23
2.2 ESTIMACIÓN DE INTERVALOS	24
• ESTIMACIÓN DE INTERVALOS CORTOS Y LARGOS	25
2.3 MODELO DE ESTIMACIÓN TEMPORAL	27
2.4 FACTORES QUE INFLUYEN LA ESTIMACIÓN TEMPORAL	29
2.5 FISIOLÓGÍA DE LA ESTIMACIÓN TEMPORAL	29
2.6 ESTIMACIÓN TEMPORAL Y SUEÑO	31
3. MÉTODO	38
3.1 JUSTIFICACIÓN	38
3.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	39
3.3 OBJETIVOS	39
3.4 HIPÓTESIS	40
3.5 VARIABLES	40
3.6 SUJETOS	40
3.7 MATERIAL E INSTRUMENTOS	41
3.8 PROCEDIMIENTO	41
○ REGISTRO POLISOMNOGRÁFICO	41
○ ESTIMACIÓN TEMPORAL DURANTE EL SUEÑO	43
○ REPORTES DE ENSOÑACIÓN	45

○ ESTIMACIÓN TEMPORAL EN VIGILIA	45
○ ANÁLISIS DE POTENCIA DE LA ACTIVIDAD EEG	47
4. RESULTADOS	48
4.1 DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS	48
4.2 POLISOMNOGRAFÍA	48
4.3 ANÁLISIS DE LA ESTIMACIÓN SUBJETIVA DE LAS ENSOÑACIONES	50
4.4 ESTIMACIÓN DE LA LATENCIA DE SUEÑO	53
4.5 ESTIMACIÓN DEL TIEMPO TOTAL DE SUEÑO	55
4.6 ESTIMACIÓN TEMPORAL DURANTE LA VIGILIA	56
4.7 ANÁLISIS DE LOS REPORTES DE ENSOÑACIÓN	57
○ ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE LA ENSOÑACIÓN	58
4.8 ANÁLISIS DE POTENCIA DE LA ACTIVIDAD EEG	59
5. DISCUSIÓN	61
5.1 DURACIÓN SUBJETIVA DE LAS ENSOÑACIONES	61
5.2 ESTIMACIÓN DE LA LATENCIA DE SUEÑO	65
5.3 ESTIMACIÓN DEL TIEMPO TOTAL DE SUEÑO	66
5.4 ANÁLISIS DE LOS REPORTES DE ENSOÑACIÓN	68
5.5 POTENCIA DE LA ACTIVIDAD EEG	69
6. GLOSARIO DE ABREVIATURAS	70
7. BIBLIOGRAFÍA	71

1. SUEÑO

La vigilia y el sueño, en los seres humanos, son dos estados fisiológicos que se alternan durante las 24 horas del día y su ocurrencia está mediada por un reloj circadiano interno (Fernández-Guardiola y Calvo, 1998), por lo que se le considera un “ritmo endógeno” (Corsi, 1983), ésta característica le permite persistir aún sin claves ambientales externas (Breedlove et al., 2007; Rechtschaffen y Siegel, 2000). Este ciclo es un ritmo biológico fundamental ya que todos los tipos de comportamiento (alimentación, conducta sexual, comportamiento social, etc.) están inmersos en él (Gottesmann y Gottesmann, 2007).

El sueño es un estado conductual altamente evolucionado ya que se ha preservado a lo largo de la escala filogenética. Actualmente se sabe que este estado se presenta en todos los mamíferos y las aves; los reptiles presentan un estado “semejante” (no presentan todas las características de los mamíferos) y no se ha demostrado concluyentemente que los peces duerman, pero algunas especies presentan ritmos circadianos de actividad muy marcados (Cirelli y Tononi, 2008; Jones et al., 2008; Siegel, 2004 en Luppi, 2004).

1.1 DEFINICIÓN DE SUEÑO (DORMIR)

El sueño se puede definir en base a criterios conductuales o en base a criterios electroencefalográficos (Vassalli y Dijk, 2009):

1.2 CRITERIOS CONDUCTUALES

Numerosos científicos han definido este estado conductual en una gran variedad de términos, aunque ninguna de estas definiciones ha logrado satisfacer todos los aspectos del sueño (Datta y MacLean, 2007):

- Estado de inmovilidad conductual caracterizado por la disminución de algunas funciones vegetativas y por la pérdida de conciencia del entorno (Calvo, 1996).

- Estado conductual reversible de separación y falta de respuesta al ambiente (Staunton, 2005).
- Conducta integrada, compleja y fisiológicamente regulada, que se caracteriza por: una significativa reducción de la respuesta a estímulos externos, una postura característica, usualmente ocurre en un ambiente especial, por cambios característicos en los registros neurofisiológicos de la actividad cerebral y por un aumento homeostático posterior a su restricción (Tobler, 1995 en Maquet et al., 2003).
- Estado de inmovilidad con una gran reducción en la responsividad ante el ambiente, que puede ser distinguida del estado de coma o la administración de anestesia por su rápida reversibilidad. Otra característica determinante es, que cuando el organismo es privado de sueño, existe un “rebote” que trata de compensar la cantidad perdida (Siegel, 2005b).
- Postura específica de la especie, inactividad conductual, reversible después de la estimulación, se presenta un umbral elevado para despertar, muestra rebote después de la privación (Vassalli y Dijk, 2009).

1.3 CARACTERÍSTICAS ELECTROENCEFALOGRÁFICAS

El sueño y la vigilia en los mamíferos y las aves, se encuentran asociados a patrones electroencefalográficos corticales específicos (Mignot, 2008). En estas especies, la combinación de la Electroencefalografía (EEG), la Electromiografía (EMG) y la Electrooculografía (EOG) son necesarias para la identificación objetiva de las diferentes etapas de sueño, estas medidas en conjunto son llamadas Polisomnografía (PSG) (Datta y MacLean, 2007). El Sueño se puede dividir en Sueño con Movimientos Oculares Rápidos (MOR) y Sueño Sin Movimientos Oculares Rápidos (Siegel, 2009) o Sueño de Ondas Lentas (SOL) (Breedlove et al., 2007), cada uno tiene diferentes mecanismos neurobiológicos y sus indicadores fisiológicos son distintos (Marks et al., 1995).

A continuación se describen las principales características polisomnográficas de la vigilia y el sueño en el ser humano:

- **VIGILIA**

- El patrón de EEG durante la vigilia es una mezcla de varias frecuencias dominadas por ondas de frecuencias relativamente rápidas y de bajo voltaje, es llamada actividad beta (14-30 cps) o EEG desincronizado (Breedlove et al., 2007; Broughton y Mullington, 2005).
- El control de los movimientos oculares es voluntario y generalmente consiste en movimientos rápidos y parpadeos observados en el EOG.
- La actividad EMG es tónica y de un alto nivel relativo. Los movimientos voluntarios producen incrementos fásicos en la amplitud del EMG (Carskadon y Rechtschaffen, 2005).

- **VIGILIA TRANQUILA** (Figura 1.1):

La mayoría de los seres humanos muestran actividad alfa rítmica (8-13 cps), cuando se encuentran relajados y con los ojos cerrados. Esta actividad es más prominente en los occipitales y se atenúa con la atención o cuando se abren los ojos (Carskadon y Rechtschaffen, 2005; Rowan y Tolunsky, 2004). No todas las personas presentan actividad alfa, y algunas la presentan mejor que otras (Kolb y Wishaw, 2005).

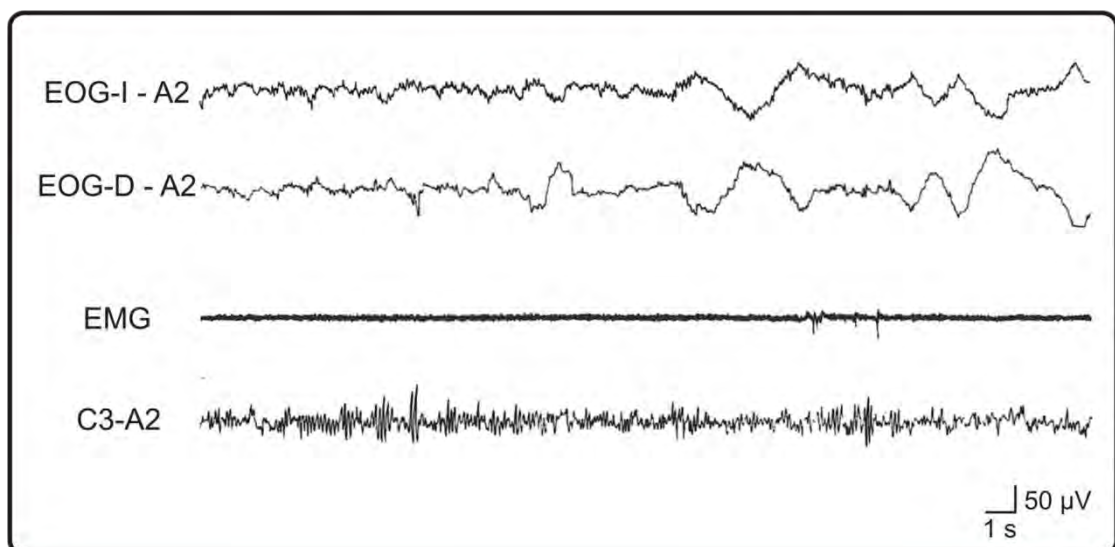


Figura 1.1. Vigilia Tranquila. Se observa la actividad alfa en el canal inferior. (Modificada de Rechtschaffen y Kales, 1968).

- **SUEÑO DE ONDAS LENTAS (SOL)**

- **FASE 1** (Figura 1.2):

- El patrón de actividad EEG de ésta fase se describe como una actividad de bajo voltaje y una mezcla de frecuencias con un predominio de actividad entre 3 a 7 Hz (Carskadon y Rechtschaffen, 2005). Se debe clasificar como Fase I cuando el patrón de alfa ocupe menos del 50% de la época y no debe presentarse ningún huso de sueño o complejo K. Al principio de la noche las ondas agudas del vértex son comunes (Corsi, 1983; Fernández-Guardiola y Calvo, 1998).
- Es común que se presenten movimientos oculares lentos precediendo a la transición entre vigilia y Fase I.
- El tono muscular se mantiene durante todas las Fases de SOL y se registra como actividad EMG de baja amplitud. Puede observarse una disminución gradual en la amplitud de la señal durante la transición vigilia-sueño (Carskadon y Rechtschaffen, 2005).

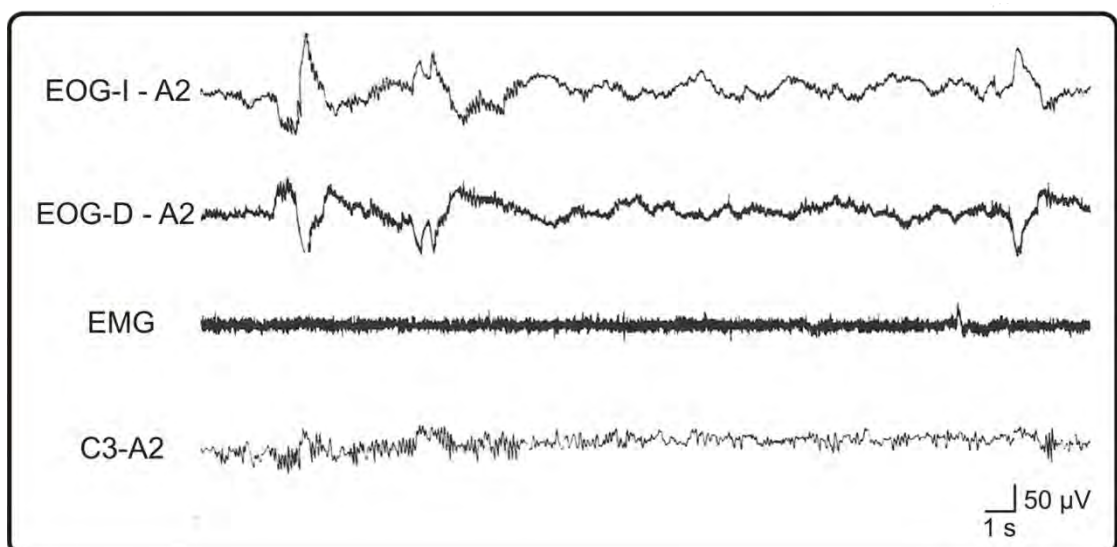


Figura 1.2. Transición Vigilia-Fase 1. En primer tercio de la época se observa actividad alfa, posteriormente desaparece y comienza la Fase 1. Nótese que la época entera es calificada como Fase 1 (Modificada de Rechtschaffen y Kales, 1968).

○ **FASE 2** (Figura 1.3):

Esta fase está definida por la aparición 2 patrones específicos en el EEG que ocurren esporádicamente sobre un fondo de frecuencias mezcladas:

- Husos de sueño: se presentan como ondas crecientes-decrescientes que van de 12 a 14 Hz y ocurren en salvas periódicamente (3 a 8 por minuto) (Carskadon y Rechtschaffen, 2005), su amplitud es variable y tienen una duración de 0.5 a 1.5 s (Corsi, 1983; Rowan y Tolunsky, 2004).
- Complejos K: onda aguda negativa bien definida y de alto voltaje, que es seguida inmediatamente de un componente positivo, la duración total del complejo debe exceder 0.5 s. (Rechtschaffen y Kales, 1968). El componente negativo es máximo en la región del vértex y el componente positivo es máximo en la región frontal. Existe una asociación estrecha con los husos de sueño y se presentan de 1 a 3 por minuto. Su ocurrencia es espontánea durante esta fase y también pueden ser evocados en respuesta a un estímulo auditivo.
- Los movimientos oculares lentos son infrecuentes y el tono muscular se mantiene activo tónicamente, generalmente de baja amplitud en comparación con la vigilia (Carskadon y Rechtschaffen, 2005).

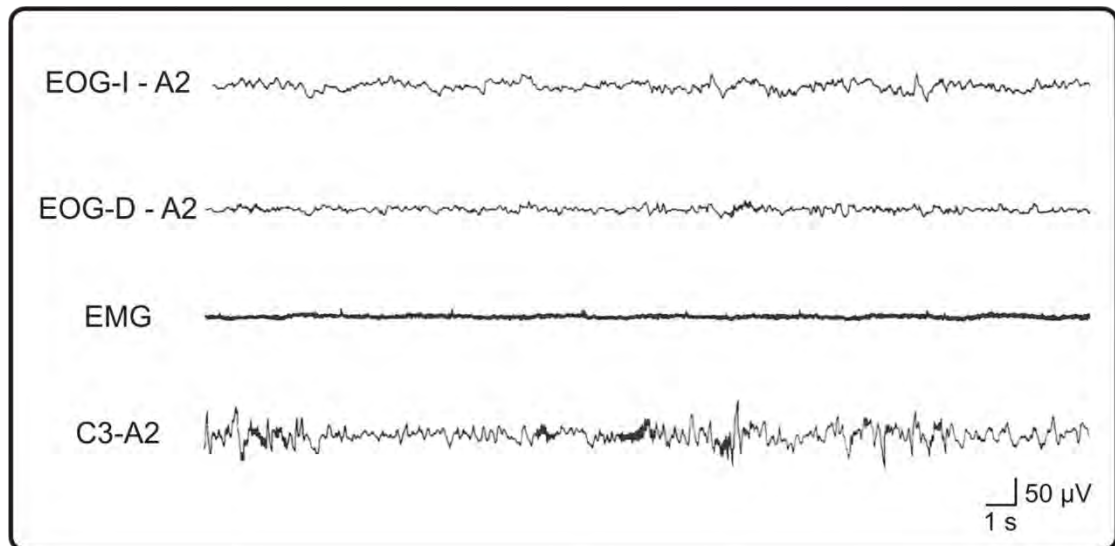


Figura 1.3. Fase 2. Se observan los husos de sueño y complejos k en el canal inferior. (Modificada de Rechtschaffen y Kales, 1968).

○ **FASES 3 y 4 (Sueño DELTA):**

- Actualmente se combinan las Fases 3 y 4 (Sueño Delta) del manual de Rechtschaffen y Kales de 1968, en una sola llamada Fase N3 (Schulz, 2008).
 - **Fase 3** (Figura 1.4): Se define por la presencia de ondas lentas de alto voltaje en el 20 % al 50 % de la época. Se observan ondas delta de 0.5 a 2.5 Hz, con amplitudes mayores a 75 μV de pico a pico (la diferencia entre el punto más negativo y el punto más positivo de la onda) (Broughton y Mullington, 2005).
 - **Fase 4** (Figura 1.5): Esta definida por ondas delta de alto voltaje (>75 μV) que predominan en más del 50 % de la época (Silber et al., 2007).
 - En ambas Fases pueden presentarse husos de sueño y complejos K en el fondo de la actividad EEG.
- No hay movimientos oculares durante esta etapa, a pesar de que se registra actividad de ondas lentas de alto voltaje en el EOG, aunque algunos autores consideran que existen movimientos lentos.

- El EMG se encuentra tónicamente activo, aunque el trazo puede alcanzar niveles muy bajos, casi indistinguibles de los observados durante el Sueño MOR (Carskadon y Rechtschaffen, 2005; Pivik, 2000).

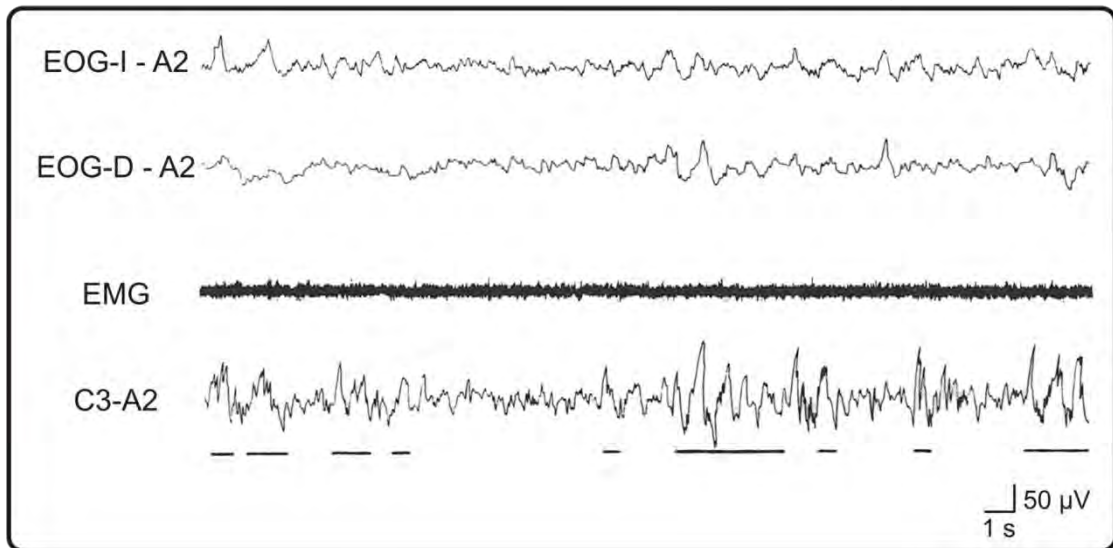


Figura 1.4. Fase 3. Debajo del trazo del canal inferior se observan líneas denotando la presencia de ondas delta, no ocupan más del 50 % de la época por lo que se califica como Fase 3 (Modificada de Rechtschaffen y Kales, 1968).

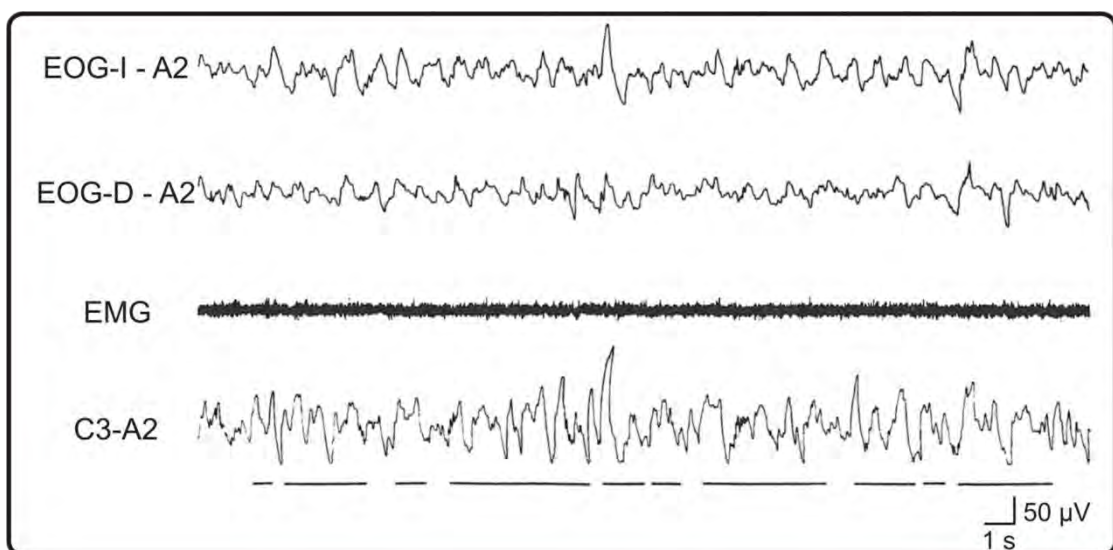


Figura 1.5. Fase 4. Las líneas debajo del trazo inferior denotan la presencia de ondas delta en más del 50 % de la época, por lo cual es calificada como Fase 4 (Modificada de Rechtschaffen y Kales, 1968).

- **FASE DE SUEÑO MOR** (Figura 1.6):

También denominado Sueño REM (del inglés Rapid Eye Movements). Esta etapa requiere de la presencia de actividades específicas en las tres medidas electrográficas (Carskadon y Rechtschaffen, 2005; Okuma, 1992). Dicha etapa se puede dividir en Fenómenos Tónicos, es decir, que se presentan durante todo el episodio de Sueño MOR, y Fenómenos Fásicos, los cuales se presentan intermitentemente (Corsi et al., 2008):

- Fenómenos Tónicos:
 - EEG desincronizado de mediana amplitud y frecuencias mezcladas (Broughton y Mullington, 2005; Dement y Kleitman, 1957), se presentan algunas ondas alfa (Avidan y Zee, 2006), aunque usualmente son 1-2 Hz más lentas que durante la vigilia (Carskadon y Rechtschaffen, 2005; Kavanau, 2002). Un patrón en el EEG de ondas theta llamado “*sawtooth waves*” (diente de sierra u ondas dentadas que van de 4-7 Hz) aparece en regiones frontales y en el vértex (Corsi, 1983; Takahara et al., 2009).
 - La actividad EMG debe alcanzar su nivel más bajo, mostrando atonía de los músculos antigravitatorios (Calvo, 1996) o relajación de la musculatura periférica (Chase y Morales, 1990), e inhibición sostenida de los reflejos (Carskadon y Rechtschaffen, 2005), la termorregulación es inhibida, se presenta tumescencia peneana y clitoreana (Rosenthal, 1998) y el tono de los músculos del oído medio sigue presente (Okuma, 1992; Rechtschaffen y Siegel, 2000).
 - Sin actividad obvia en el EOG (Avidan y Zee, 2006) y se presenta contracción pupilar (Siegel, 2005a en Kryger et al. 2005).

- Fenómenos Fásicos:
 - Una de las características definitivas del Sueño MOR en el gato es la aparición de espigas Ponto-Genículo-Occipitales (PGO) (Calvo, 1996). Además existen estudios con registros de EEG a profundidad que sugieren la presencia de PGOs durante el Sueño MOR del ser humano (Fernández, et al., 2009; Lim et al., 2007); éstos potenciales se propagan hacia diversos núcleos, coincidiendo con los movimientos oculares rápidos del Sueño MOR (Calvo, 1996; del Río Portilla et al., 2008).
 - Se registran movimientos conjugados de gran amplitud en el EOG (Avidan y Zee, 2006), producidos por salvas de movimientos oculares rápidos intermitentes (Calvo, 1996; Dement y Kleitman, 1957), estas sacadas pueden ser en todas direcciones (del Río et al., 2008).
 - Se presentan contracciones al azar (Rosenthal, 1998), breves contracciones de la musculatura facial (Rivera et al., 2010) e irregularidad cardiorrespiratoria transitoria (Broughton y Mullington, 2005).

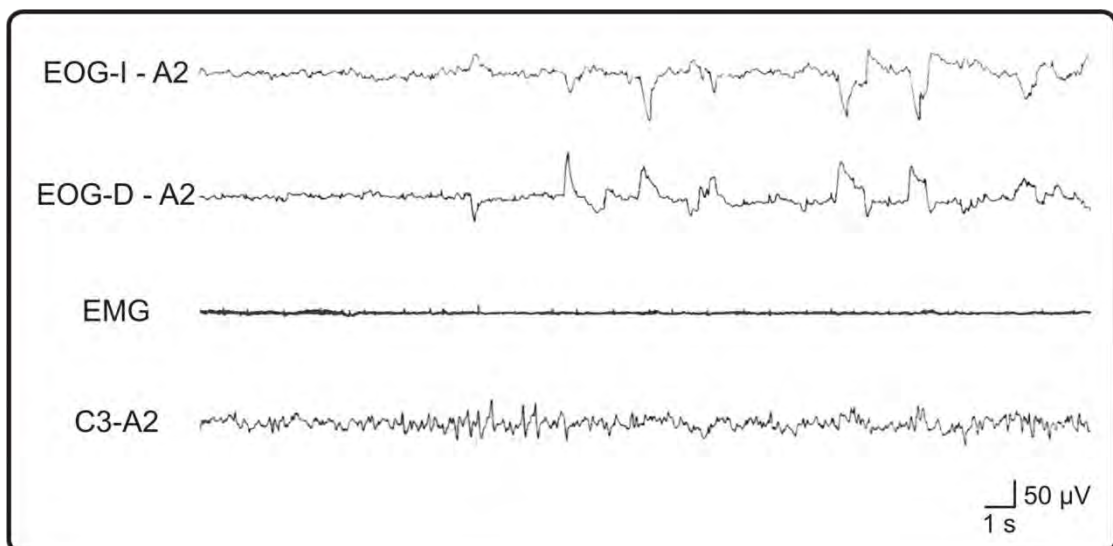


Figura 1.6. Sueño MOR. En los trazos del EOG se observan los movimientos oculares rápidos característicos, el EMG presenta el nivel más bajo y el EEG desincronizado (Modificada de Rechtschaffen y Kales, 1968).

- **MOVIMIENTO (MT = *Movement Time*):**

- Son reajustes posturales gruesos bastante comunes durante todas las etapas de sueño, usualmente ocurren en proximidad a un episodio de Sueño MOR (Carskadon y Rechtschaffen, 2005). Se marca cada época en la cual más del 50 % del EEG se ve oscurecido por artefactos que hacen la calificación imposible. Estos artefactos producidos por movimientos deben de ser precedidos y continuados por épocas marcadas con sueño (Broughton y Mullington, 2005; Fernández-Guardiola y Calvo, 1998).

Las etapas de SOL y Sueño MOR se alternan a través de cada uno de los 4-6 ciclos de 90 a 110 minutos que ocurren durante la noche (Datta y MacLean, 2007; Rosenthal, 1998). Estos ciclos no son uniformes, el Sueño MOR es siempre precedido por SOL, además los primeros ciclos de la noche son caracterizados por una mayor cantidad de Sueño Delta, ésta cantidad disminuye con los ciclos sucesivos hasta que puede estar ausente en los últimos ciclos. El primer episodio de Sueño MOR normalmente dura de 5 a 10 minutos y presenta pocos movimientos oculares rápidos. La segunda mitad de la noche es caracterizada por el aumento en la cantidad de Sueño MOR y en la frecuencia y densidad de eventos fásicos, como los movimientos oculares; el último episodio de Sueño MOR puede llegar a durar más de 50 minutos (Breedlove et al., 2007; Corsi et al., 1996; Dement y Kleitman, 1957; Gottesmann, 2008). La distribución circadiana de los periodos de sueño es monofásica (Datta y MacLean, 2007), pero el sueño no es uniforme, ya que presenta diferentes fases sucesivas que se repiten cíclicamente y así se organizan en un ciclo ultradiano (Corsi, 1983).

En la Figura 1.7 se presenta la distribución temporal normal de las fases de sueño descritas anteriormente, a este tipo de representación gráfica se le denomina Hipnograma.

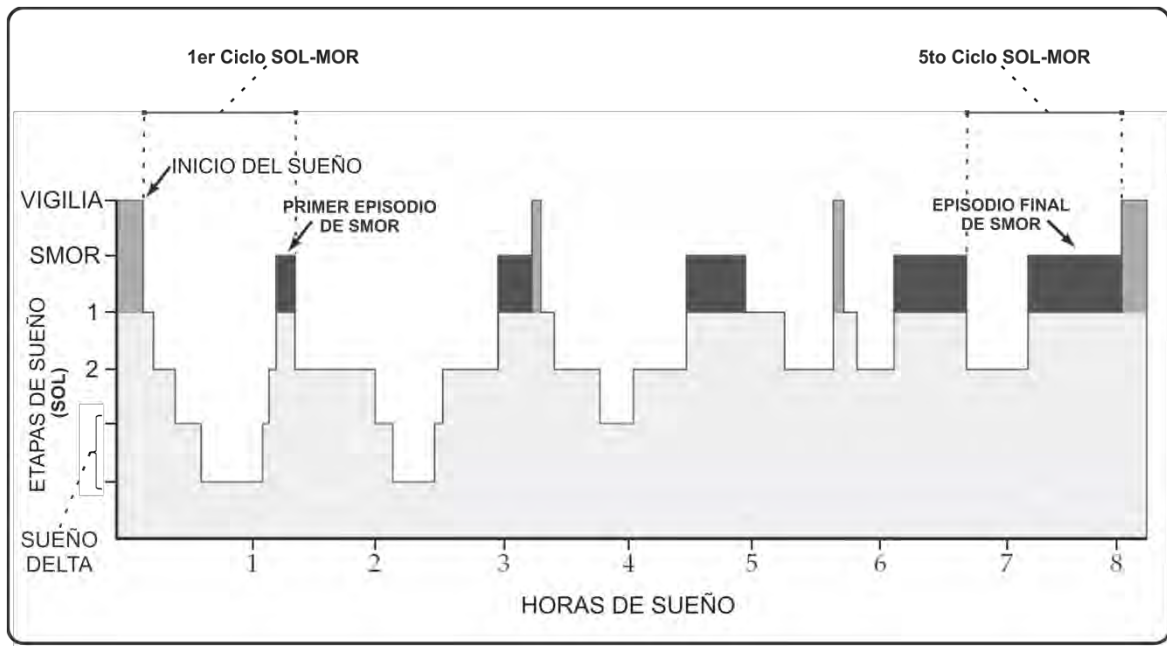


Figura 1.7. Hipnograma. Se representa una noche de sueño normal en un sujeto sano. Se observa el desarrollo de las Fases de Sueño (a la izquierda) conforme el tiempo transcurre (en la parte inferior). En la parte superior se encuentran indicados el primer y último ciclo de SOL-MOR y el primer y último periodo de Sueño MOR (SMOR), así como el Inicio del Sueño o “*Sleep Onset*”.

1.4 LATENCIA DE SUEÑO E INICIO DEL SUEÑO (SLEEP ONSET)

○ LATENCIA DE SUEÑO

La Latencia de Sueño es la cantidad de tiempo transcurrido entre que las luces fueron apagadas o se dieron las “Buenas Noches” y las primeras tres épocas consecutivas de Fase 1 (Vanable et al., 2002); otro criterio usado por Baker et al. (1999), consiste en: la cantidad de tiempo transcurrido entre que las luces se apagan y la aparición de tres épocas de 20 s consecutivas (1 min) de Fase 2, ya que la Fase 1 ha sido considerada como componente de la transición de la vigilia al sueño.

Con el criterio de Fase 2, se obtuvo que sujetos normales tienden a sobreestimar, por casi el doble y presentando una gran variabilidad en las estimaciones, el tiempo que tardaron en dormir (Baker et al., 1999). Por otro lado, se realizó un estudio en insomnes que respondieron un cuestionario sobre la latencia y el tiempo total de sueño, observaron que los insomnes también sobreestiman por más del doble la latencia observada en el PSG (Vanable et al., 2002). En ambos estudios se observa sobreestimación por parte de los sujetos normales y

pacientes insomnes, aunque en el estudio de Baker et al., se toma como criterio 1 min consecutivo de Fase 2 y se descartan los minutos previos de Fase 1.

- **INICIO DEL SUEÑO (SLEEP ONSET)**

La definición del Inicio del Sueño ha sido objeto de debate ya que un cambio en el patrón de EEG no siempre es asociado con la percepción de dormir; el inicio de la Fase 1 puede o no coincidir con la percepción de dormir, es por ello que algunos investigadores requieren la presencia de complejos k y husos de sueño, aunque tampoco estos patrones específicos de Fase 2 son indicadores inequívocos de la percepción de dormir del individuo. Ahora existe un consenso sobre el Inicio del Sueño: cuando el patrón de EEG cambia a Fase 1 y se presentan movimientos oculares lentos (Carskadon y Dement, 2005; Baker et al., 1999).

1.5 FISIOLÓGÍA DEL SUEÑO DE ONDAS LENTAS (SOL)

El sueño en los seres humanos ocurre con una periodicidad circadiana, esta periodicidad es regulada por el Núcleo Supraquiasmático (NSQ), situado bilateralmente en el hipotálamo anterior, por encima del quiasma óptico. El NSQ recibe información sobre aumentos y descensos en la iluminación ambiental (que funcionan como sincronizador o Zeitgeber), ésta información proviene de las células ganglionares de la retina que liberan glutamato a través de tracto retinohipotalámico, que proyecta sus axones al NSQ (Markov y Goldman, 2006; Pace-Schott y Hobson, 2002). La activación del NSQ provoca respuestas en las neuronas del núcleo paraventricular del hipotálamo y posteriormente en las neuronas de los ganglios cervicales superiores, cuyos axones postganglionares proyectan hacia la glándula pineal, ésta sintetiza melatonina y la segrega al torrente sanguíneo durante la noche, alcanzando el máximo nivel entre las 2:00 AM y las 4:00 AM. La melatonina modula los circuitos del tallo cerebral que controlan el ciclo sueño-vigilia. (Rosenthal, 1998). Es interesante mencionar que el ritmo de Sueño-Vigilia tiene un ciclo de 24.8 horas, acercándose mucho al ciclo de la rotación terrestre pero sin llegar a corresponder exactamente (Evans, 2005).

- **VIGILIA**

La vigilia depende de múltiples sistemas promotores, la activación individual de cada sistema contribuye en distintas formas específicas al mantenimiento del estado de vigilia. Los grupos de neuronas del Sistema Reticular Activador Ascendente (SRAA) del tallo cerebral, particularmente el puente y el mesencéfalo, proyectan dorsalmente para activar al sistema tálamo-cortical, y ventralmente activan los sistemas hipotálamo-cortical y basal-cortical. La activación de estos sistemas resulta en la estimulación cortical necesaria que mantiene la vigilia, dando lugar a la desincronización cortical observada en el EEG (Datta y MacLean, 2007).

- **TRANSICIÓN VIGILIA-SUEÑO**

El inicio del sueño es un proceso complejo donde disminuye la actividad de las neuronas encargadas de mantener la vigilia (Datta y MacLean, 2007). Éste proceso es controlado por mecanismos hipotalámicos que modulan ritmicidad de la interacción entre el tálamo y la corteza, así como la actividad tónica del SRAA. El SOL es generado por neuronas en el núcleo ventrolateral preóptico (VLPO) del hipotálamo y el cerebro basal anterior adyacente, estos grupos de neuronas son gabaérgicas y tienen proyecciones a otros grupos de células del tallo cerebral y cerebro anterior, modulando la actividad del SRAA (Siegel, 2009). Algunos autores proponen que la adenosina es el factor homeostático que media la transición de una vigilia prolongada al SOL, inhibiendo las neuronas promotoras de la vigilia del cerebro basal anterior (Markov y Goldman, 2006).

- **SUEÑO DE ONDAS LENTAS**

Para que las oscilaciones talamocorticales se presenten, es necesaria la atenuación de varias influencias neuromoduladoras, incluyendo las del *locus coeruleus*, los núcleos del dorsales del rafe, el núcleo tuberomamilar, el hipotálamo lateral, el tegmento mesopontino y el cerebro basal anterior. Durante el SOL las neuronas talamocorticales son globalmente inhibidas por entradas gabaérgicas sostenidas del núcleo reticular talámico, resultando en tasas de disparo menores a las de vigilia. Ésta inhibición atenúa y regula la entrada o salida de información de áreas talámicas sensoriales. Este cambio en el balance

entre la entrada de información exteroceptiva a través del tálamo durante la vigilia y la excitación intrínseca (“off line”) de la corteza, es una de las características del sueño que nos ayuda a entender los cambios abruptos y distintivos en la conciencia que ocurren al inicio del sueño y durante el SOL, generalmente las etapas progresivas de SOL reflejan el aumento progresivo de la “profundidad” del sueño (Llinas y Steriade, 2006 en Datta y MacLean, 2007).

Los husos de sueño son generados en los circuitos neuronales talámicos e iniciados en las neuronas del núcleo reticular (gabaérgicas) que presentan ráfagas de actividad en el rango de frecuencia de los husos de sueño (12-14 Hz), causando que las neuronas talamocorticales generen ráfagas rítmicas cortas de potenciales postsinápticos inhibitorios, estas ráfagas son transferidas a las neuronas piramidales corticales que a su vez muestran la actividad en forma de husos de sueño en el EEG de superficie (Steriade, 2004 en Luppi, 2004).

Las ondas delta tienen un origen doble, pueden ser generadas por el tálamo por sí mismo mediante una interacción entre corrientes talámicas intermembranales intrínsecas, y también pueden ser generadas en su totalidad por la corteza. Las ondas delta corticales pueden ser resultado de la excitación cortical de las interneuronas talámicas inhibitorias, las cuales hiperpolarizan las neuronas talamocorticales que, finalmente, proveen un pulso sincronizador de regreso a la corteza (Hobson y Pace-Schott, 2002).

La oscilación lenta (0.5-1 Hz) del SOL es originada en la corteza, como resultado de la hiperpolarización prolongada de las neuronas corticales seguida de una fase depolarizante durante la cual las neuronas corticales disparan vigorosa y espontáneamente. Esta hiperpolarización-depolarización confiere las características observadas en el EEG durante el SOL (Hobson y Pace-Schott, 2002; Siegel, 2009).

1.6 SUEÑO MOR

El Sueño MOR en humanos fue descubierto en 1953 por Aserinsky y Kleitman, y fue caracterizado por la ocurrencia de periodos de movimientos oculares rápidos, espasmódicos y binocularmente simétricos, así como reducción de la amplitud del

electroencefalograma (Aserinsky y Kleitman, 1953). Dement en 1958 identificó un estado similar con EEG de bajo voltaje y movimientos oculares en gatos; posteriormente Jouvet en 1962 repitió la observación, y adicionalmente encontró la pérdida de tono muscular durante el Sueño MOR y usó el término de Sueño Paradójico por el parecido con el EEG durante la vigilia. Diferentes autores y/o escuelas usan distintos términos para designar al Sueño MOR, por ejemplo: Sueño Activado, Sueño Desincronizado, Dreaming State, REM Sleep, Sueño Rápido, Sueño Romboencefálico, Sueño Paradójico, etc. (Gottesmann, 2008; Jouvet, 1998; Siegel, 2005a en Kryger et al. 2005).

El Sueño MOR se presenta en todos los mamíferos terrestres (de forma parcial en mamíferos primitivos) y no se ha podido confirmar su presencia en mamíferos marinos como el delfín u otros cetáceos. En las aves se presenta en pequeñas cantidades y en los reptiles estudiados se presenta un estado similar llamado “sueño activo”. Parece estar relacionado con la capacidad de los organismos de regular su propia temperatura independiente del ambiente exterior (Homeotermia). La cantidad promedio de Sueño MOR al día de cada especie parece estar fuertemente relacionada con qué tan inmaduro es el animal al momento del nacimiento, presentando mayor cantidad los organismos inmaduros y disminuyendo conforme madura (Ayala y Mexicano, 2008; Cirelli y Tononi, 2008; Gottesmann y Gottesmann, 2007; Kavanau, 2002; Siegel, 2005a en Kryger et al. 2005).

En el ser humano se presentan de 4 a 6 episodios de Sueño MOR durante la noche, ocupando alrededor de un 20% del sueño total en adultos jóvenes. Estos periodos de Sueño MOR ocurren en un ciclo de 90 minutos (Dement y Kleitman, 1957), con un periodo de SOL seguido de un periodo de Sueño MOR, acrecentando su duración conforme los ciclos sucesivos (Datta y MacLean, 2007; Eiser, 2005).

○ **FISIOLOGÍA DEL SUEÑO MOR**

El inicio de la actividad relacionada con el Sueño MOR resulta de cambios en la actividad de poblaciones neuronales “ejecutivas” en la región pontina del tallo cerebral, en dichos núcleos se generan los diferentes componentes del Sueño MOR (Calvo, 1995). Estos cambios se presentan justo antes del inicio, y durante

todo el episodio de Sueño MOR (Datta, 2006). Se ha demostrado que lesiones electrolíticas del *locus coeruleus*, en su zona ventral, suprimen el Sueño MOR, también se sabe que la estimulación eléctrica o farmacológica (con agonistas colinérgicos) de esta zona, pueden inducir o prolongar el Sueño MOR; además el enfriamiento bilateral del *locus coeruleus* anterior, induce la aparición de SOL + PGO seguido de Sueño MOR (Cespuglio et al., 1982).

El área pontomesencefálica contiene los núcleos neuronales colinérgicos/colinoceptivos llamados “REM-on” (MOR-encendido, por sus siglas en inglés), específicamente los núcleos tegmental laterodorsal (LDT) y tegmental pedúnculo pontino (PPT), los cuales proyectan a través del tálamo hacia la corteza cerebral, lo que produce la desincronización del EEG durante el Sueño MOR (Steriade et al., 1990). Durante el SOL la inhibición aminérgica disminuye mientras que la excitación colinérgica aumenta, al inicio del Sueño MOR la inhibición aminérgica es finalizada, mientras que la excitabilidad colinérgica alcanza el máximo (Leonard y Llinás, 1994 en Hobson y Pace-Schott, 2002). La terminación del periodo de Sueño MOR depende de neuronas inhibitorias “REM-off” en el *locus coeruleus* (noradrenérgico) y el núcleo dorsal del rafe (serotoninérgico), estas neuronas permanecen silentes durante el periodo de Sueño MOR (Lu, et al., 2006). La activación del EEG característica del Sueño MOR es producida conjuntamente por la activación de neuronas en la formación reticular mesencefálica y las proyecciones rostrales del núcleo magnocelular (Datta y MacLean, 2007).

Otra característica del Sueño MOR en el gato es la presencia intermitente o fásica de potenciales monofásicos de alto voltaje (300 a 400 μ V), que se originan en la formación reticular del puente y se propagan rostralmente hacia el núcleo geniculado lateral del tálamo (LGN) y otros núcleos talámicos, de ahí hacia la corteza occipital, donde se asocian a una intensa activación de dicha área. Por su propagación son referidas como ondas ponto-genículo-occipitales (PGO) (Datta, 1997 en Lee-Chiong, 2005). Se ha demostrado que los PGO tienen una amplia propagación hacia el cerebro anterior, diversos núcleos talámicos, los colículos superiores, el núcleo del III par craneal, y en los músculos extraoculares; diversas estructuras presentan potenciales de bajo voltaje relacionados a los potenciales PGO, y registros de actividad unitaria muestran que el 70% de las neuronas en

distintas zonas corticales presentan cambios que se relacionan con la aparición de potenciales PGO (Jouvet, 1998; Nelson et al., 1983). Diversos autores proponen que estos potenciales son un fenómeno generalizado en todas las especies de mamíferos (Corsi, 1983; Morrison en Velluti, 2008).

Es importante mencionar que en el gato, las ondas PGO también se presentan en el episodio de SOL (Fase 2) precedente al Sueño MOR, etapa conocida como “sueño fásico de ondas lentas” (SFOL). Esta etapa ocurre segundos antes de iniciar la etapa de Sueño MOR, y se caracteriza por la aparición de ondas PGO de menor frecuencia, mayor amplitud y con un patrón simple, ésto en la presencia de husos de sueño (Thomas y Benoit, 1966).

Los generadores de Sueño MOR del puente inhiben profundamente a las motoneuronas para prevenir que disparen. Del *locus coeruleus- α* emergen fibras que hacen relevo en los núcleos *reticularis pontis oralis* y *reticularis pontis caudalis*, para llegar a las astas ventrales de la médula espinal, donde provocan la hiperpolarización, por medio de GABA y Glicina, de las motoneuronas espinales, lo que impide que alcancen el umbral de disparo y produzcan un potencial de acción, y con ello la inhibición del tono muscular (Chase y Morales, 1990).

1.7 SUEÑO MOR Y ENSOÑACIONES

El ser humano ha explorado sus sueños desde hace milenios, dándoles atribuciones místico-mágicas, espirituales, religiosas, proféticas, de diagnóstico y curación, con contenido y significado encriptados o como un medio de comunicación con los dioses, y en algunos casos se han considerado como una extensión de la realidad (Corsi, 1983; Doniger y Bulkeley 1993; Stickgold et al., 1994).

Aserinsky y Kleitman en 1953 encontraron que el 74% de los despertares de Sueño MOR resultaban en el reporte de un sueño, comparado con un 9% de los despertares de SOL (Aserinsky y Kleitman, 1953; Eiser, 2005; Jouvet, 1998). A partir de este descubrimiento comenzó la nueva era de investigación empírica de

los sueños y se desató una gran cantidad de estudios que permitieron investigar científicamente las ensoñaciones y sus características, así como la relación con variables fisiológicas (Gottesmann, 2009; Wamsley y Antrobus, 1993).

Dement y Kleitman (1957), propusieron que el estudio de los sueños y su relación con variables fisiológicas, necesitaba de un método confiable para determinar con precisión cuando ocurren los sueños. Para ello, investigaron la relación entre los periodos con movimientos oculares rápidos y la ocurrencia de sueños, despertando a los sujetos durante el Sueño MOR y en periodos de inactividad ocular; estos investigadores pidieron a los sujetos la estimación subjetiva de la duración de sus sueños y la compararon con la duración del periodo de Sueño MOR previo a despertar, además relacionaron al patrón de movimientos oculares con el contenido del sueño. Los sujetos despertados en Sueño MOR reportaron sueños el 79.5 % contra el 6.8 % en SOL; la mayoría de los despertares durante el Sueño MOR sin reporte de sueño (n=19) ocurrieron en las primeras 2 horas de la noche. Se hipotetizó que los movimientos de los ojos durante el Sueño MOR representaba la imaginería visual del sueño, es decir que correspondía a lo que el sujeto soñador observaba en la ensoñación (Dement y Kleitman, 1957).

Si la estructura del Sueño MOR resulta de la interacción de los mecanismos del cerebro anterior y el tallo cerebral, los sueños no son dirigidos exclusivamente por el tallo cerebral, sino que representan el resultado de una interacción dinámica entre ambas estructuras (Siegel, 2005b). También se sabe que durante las ondas PGO el sistema visual es internamente activado en lugar de externamente ya que la activación cortical de las PGOs es ampliamente distribuida (Jouvet, 1998).

○ **DURACIÓN DE LAS ENSOÑACIONES**

Aserinsky y Kleitman propusieron en el último enunciado de su artículo en 1953: “Este método proporciona los medios para determinar la incidencia y duración de los periodos del soñar”.

Posteriormente Dement y Kleitman en 1957 compararon la duración del Sueño MOR con la duración subjetiva del sueño, primero despertando a los sujetos a

incrementos variables en la duración del Sueño MOR y pidiendo a los sujetos que estimaran en minutos y con la mayor exactitud posible, la cantidad de tiempo que estuvieron soñando; observaron que era muy difícil para los sujetos dar estimaciones en minutos exactos (por ejemplo 8 min ó 13 min), aunque las estimaciones eran del mismo orden de magnitud que la duración del Sueño MOR y en algunas ocasiones eran exactas. Por lo tanto, decidieron realizar una serie experimental donde se despertaba a los sujetos 5 o 15 min después del inicio del Sueño MOR (contrabalanceando las duraciones) y en base al reporte del sueño estimar la duración correcta (una tarea de elección forzada). Los resultados muestran que para la duración de 5 min, en 51 despertares, los sujetos eligieron correctamente el 88.2 %; para la duración del Sueño MOR de 15 min, en 60 despertares, los sujetos eligieron correctamente el 78.3 %. Adicionalmente, se correlacionó el número de palabras con los minutos de Sueño MOR y se encontraron relaciones positivas. Los reportes del Sueño MOR de 15 minutos no tuvieron muchas más palabras que los reportes de Sueño MOR de 30 a 50 min, a pesar de que los sujetos tuvieran “la impresión de haber estado soñando por un tiempo largo”. No hubo evidencia, en esta serie de experimentos, que indicara que los sueños ocurren instantáneamente, o con gran rapidez, por el contrario parecen progresar con la misma proporción comparada con la experiencia del tiempo real de la misma clase (Dement y Kleitman, 1957). Las acciones que las personas realizan durante los sueños tiene la misma duración relativa a la misma acción ejecutada mientras se encuentra en vigilia (Kolb y Wishaw, 2005).

Stickgold et al. (1997), realizaron un estudio con 57 estudiantes que cumplieron con una bitácora de ensoñaciones por 10 días, siguiendo un protocolo específico para el reporte de ensoñación. Se instruyó a los sujetos a escribir el reporte de ensoñación completo cuando recordaran un sueño durante un despertar espontáneo durante la noche o a la mañana siguiente, a continuación respondieron una serie de preguntas sobre la ensoñación, que incluyeron el modo en que la ensoñación fue recordada y cuanto tiempo pareció durar. Se recolectaron 468 estimaciones de la duración de ensoñaciones. Se obtuvo una media individual cuyo rango va de 6 s a 16 h, la mitad de los sujetos mostraron duraciones medias mayores a 22.5 min y la mitad mostraron duraciones más cortas. Al analizar las estimaciones de los 54 sujetos obtuvieron una mediana de 26 m, una moda de 30 min y una media de 52 min. Por otra parte, 32 sujetos que

presentaron un mínimo de 8 reportes fueron analizados y presentaron un rango de duraciones que van de 1 s a 5.5 días, la mediana fue de 20 min y la media de 135 min.

Concluyeron que las bases de la estimación temporal no eran claras. Durante la vigilia, estas estimaciones, pueden ser conectadas al entendimiento del tiempo que duran los eventos normalmente, pero durante los sueños, estas conexiones no están disponibles, y los sujetos dependen de los aspectos sensoriales cualitativos del paso del tiempo.

Basándose en la duración conocida de los episodios de Sueño MOR y su asociación con las ensoñaciones, es razonable asumir que las ensoñaciones del Sueño MOR raramente duran más de 45 min. Aún así, más del 40 % de las estimaciones excedieron dicha duración. Adicionalmente reportaron que 8 estimaciones fueron de 24 h o mayores. Señalaron que era necesario realizar investigaciones profundas sobre ésta característica importante de las ensoñaciones para esclarecer este tema (Stickgold et al., 1997).

Erlacher y Schredl (2004) realizaron otro estudio, donde mencionaron que los sueños lúcidos pueden servir particularmente para estudiar intervalos temporales en las ensoñaciones, debido a que las personas con esta capacidad pueden ser entrenadas para realizar una serie de tareas preestablecidas, además de marcar el inicio y el final de la tarea que puede ser medido objetivamente desde el EOG. El término "Sueño Lúcido" designa a una ensoñación en la que el durmiente, mientras sueña, es consciente de que está soñando, es capaz de influenciar voluntariamente las acciones de la ensoñación. Por lo tanto, estos autores hipotetizaron que no existe diferencia entre el tiempo requerido para contar o ejecutar actividades motoras dentro de un sueño lúcido y el tiempo necesario para realizar esas actividades durante la vigilia. En este estudio, 5 voluntarios (26-34 años) con la habilidad de tener sueños lúcidos, fueron registrados de 2 a 4 noches no consecutivas con EEG, EOG, EMG y ECG. Se instruyó a los sujetos que realizaran una serie de tareas motoras exactamente de la misma manera que lo harían en vigilia. Las tareas que los sujetos tuvieron que realizar durante el sueño lúcido fueron: (1) ponerse de pie durante la ensoñación, (2) contar del 21 al 25, (3) posteriormente realizar una serie de sentadillas, (4) finalmente contar del 21 al 25 de nuevo. Los sujetos marcaron con una serie de movimientos oculares de

izquierda-derecha-izquierda-derecha, el principio de la lucidez, el inicio de cada secuencia (1-4) y el final de la tarea. Después de un máximo de dos tareas completadas exitosamente, los sujetos tuvieron que despertar por sí mismos y reportar inmediatamente una ensoñación completa y precisa. Obtuvieron 14 secuencias completadas exitosamente, los promedios para el primer conteo durante la ensoñación registraron 6.48 ± 2.54 s, para las sentadillas 24.96 ± 8.2 s y el segundo conteo 7.10 ± 2.7 s; en promedio durante vigilia se registraron, para el primer conteo 6.26 ± 1.7 s, las sentadillas 17.84 ± 6.8 s y para el segundo conteo 6.48 ± 1.0 s. Encontraron diferencias significativas al comparar la tarea de las sentadillas en vigilia y en sueño. Concluyen que el tiempo requerido para realizar actividades en vigilia corresponde al tiempo requerido durante los sueños lúcidos, aunque es necesario estudiar más a fondo los factores que influyen en la diferencia que encontraron entre la realización de una tarea motora en vigilia y durante un sueño lúcido, agregando distintos intervalos y tareas diferentes.

Por todas estas investigaciones se propone que existe evidencia de que las ensoñaciones son coextensivas al episodio de Sueño MOR y que la duración de las mismas, subjetivamente experimentada por el durmiente y objetivamente calificada los investigadores, está estrechamente relacionada con la duración real del periodo de Sueño MOR correspondiente (Dement y Kleitman, 1957; Eiser, 2005).

2. ESTIMACIÓN TEMPORAL

Los seres humanos tenemos la habilidad de percibir el paso del tiempo y estimar intervalos sin necesidad de claves externas (reloj o cronómetro) para anticipar riesgos u oportunidades que el ambiente presenta (Kuriyama et al., 2003). La percepción de la duración de eventos es de gran importancia para representar el medio exterior inmediato (Zakay y Block, 1997), ya que existen eventos ambientales relevantes que no están sincronizados con los ritmos endógenos de los organismos, y por ello es necesario un mecanismo que sea capaz de medir la duración de los intervalos significativos (Gibbon et al., 1997), lo que aumenta considerablemente las oportunidades de supervivencia (Hinton y Meck, 1997).

La posesión de un mecanismo biológico que varía las funciones fisiológicas, según ciertos eventos ambientales relacionados temporalmente, ofrece al organismo una ventaja biológica, ya que los ritmos reaccionan adaptativamente (por ejemplo, la temperatura corporal, secreción hormonal, hibernación, sueño-vigilia) al cambio periódico en el ambiente (Campbell et al., 2001; Schiffman, 2000).

2.1 PERCEPCIÓN TEMPORAL

La percepción temporal es la habilidad de juzgar la duración o entender el paso del tiempo, mediante el orden de la ocurrencia de los sucesos o por el ritmo fisiológico (Khan et al., 2006), durante la vigilia esta habilidad es muy importante, ya que nos permite preparar y coordinar conductas complejas secuencialmente (Schubotz et al., 2000), así como estimar su duración aproximada. El entender y codificar la temporalidad de los eventos adecuadamente, así como una acción motora que es seguida de una consecuencia sensorial, es crítico para el movimiento, el lenguaje, la determinación de causalidades, etc. Además es necesaria la discriminación de las grandes cantidades de información de distinta duración y sucesión temporal que llega los receptores sensoriales. Por ejemplo, señales de distintas modalidades sensoriales son procesadas a diferentes velocidades en regiones cerebrales distantes entre sí, pero para ser útiles para el organismo, estas señales deben ser alineadas en el tiempo y acopladas a los

eventos externos. Egelman et al. (2005), sugirieron que la velocidad del paso del tiempo subjetivo puede ser modulado por retroalimentación sensorial, es decir, las predicciones de posiciones futuras de un objeto en movimiento son comparadas con la retroalimentación sensorial, y la diferencia entre ambas puede modular al sistema nervioso para aumentar o disminuir la velocidad el tiempo percibido para emparejarse con los cambios físicos en el sistema sensorial.

A pesar de la importancia en el comportamiento y la percepción, las bases neurales de la percepción temporal permanecen sin esclarecerse (Burr y Morrone, 2006; Campbell et al., 2001). Recientemente, por medio de la psicología experimental se empieza a entender el modo en que los organismos codifican los intervalos temporales, mientras la fisiología, la resonancia magnética funcional (fMRI) y el EEG, comienzan a exponer como las neuronas y las regiones cerebrales subyacen los cálculos temporales (Egelman et al., 2005). Lewis y Miall realizaron un metanálisis (2006), donde revisaron la literatura respecto a la estimación temporal y sus bases neurales en neuroimagen, proponen que la estimación temporal cognoscitiva (por ejemplo estimar cuanto tiempo llevará trasladarse de un lugar a otro) y la memoria de trabajo tienen como sustrato a las neuronas de la corteza prefrontal dorsolateral del hemisferio derecho, que son sensibles a la dopamina. Estas neuronas pueden participar en la memoria de trabajo y, cuando el organismo lo requiere, cambiar su función para estimar intervalos.

Por medio de los estudios en el campo de la psicología experimental se ha definido que el tiempo psicológico o subjetivo implica los procesos mediante los cuales los organismos se adaptan y representan las propiedades temporales de eventos ambientales e internos, estas propiedades temporales se encuentran en el rango de milisegundos a años (Zakay et al., 1999).

○ TIEMPO SUBJETIVO

El tiempo subjetivo es una de las dimensiones esenciales requeridas por los seres humanos para la orientación en el ambiente circundante (Zakay, 1990). Según las teorías cognitivas, la experiencia del paso del tiempo depende de la naturaleza y

la extensión del procesamiento cognitivo realizado por una persona durante un intervalo de tiempo dado (Rovee-Collier, 1995). Por ejemplo, se sabe que los seres humanos tienden a estimar intervalos idénticos de diferente manera dependiendo de la cantidad de información presentada o procesada durante el periodo de tiempo, la experiencia de la duración de eventos usualmente se extiende si un periodo de tiempo contiene un mayor número de eventos significativos. Estos eventos significativos pueden ser externos, como cambios en la iluminación del cuarto, o internos como el estado de ánimo, pensamientos, o estrategias en el procesamiento de la información (Zakay y Block, 1997).

La duración subjetiva puede ser más precisa cuando los sujetos están activamente ocupados en la tarea que cuando son observadores pasivos de la misma (Zakay, 1990). Pero existen estudios psicofísicos que revelan que existe mayor precisión en la estimación de intervalos vacíos (sin estimulación continua) que en la estimación de intervalos con estimulación (Pfeuty et al., 2008). Se ha reportado que no existe diferencia en la estimación de intervalos vacíos vs intervalos con estimulación auditiva en el rango de 50 a 250 ms, sin embargo mediante estimulación visual, los intervalos son mejor discriminados cuando no hay estimulación continua (Grondin, 1993 en Grondin et al., 1998). Por otro lado, comparando ambas modalidades sensoriales se encontró que la duración de intervalos auditivos es mejor discriminada que la duración de intervalos visuales en el rango de 350 a 800 ms (Grondin et al., 1998).

2.2 ESTIMACIÓN DE INTERVALOS

El término “Estimación de Intervalos” es usado para describir los procesos de discriminación temporal involucrados en la estimación y reproducción de duraciones específicas (Meck, 2003). Por los rangos temporales que abarca, se distinguen tres modalidades de la Estimación de Intervalos: a) Estimación de Intervalos Cortos (milisegundos, segundos y minutos), b) Estimación de Intervalos Largos (horas) y c) Estimación Circadiana (intervalos cercanos a las 24 h) (Droit-Volet y Meck, 2007; Meck, 2003; Volz et al., 2001). Aunque ciertos autores no hacen distinción entre la Estimación Circadiana y la Estimación de Intervalos Largos (Balsam et al., 2009; Crystal, 2006a). En adelante se usará el término

Estimación de Intervalos Largos (EIL) en referencia al rango de horas, y Estimación de intervalos Cortos (EIC) para el rango de segundos a minutos.

Estos sistemas de estimación de intervalos son altamente flexibles, pueden iniciar su funcionamiento y detenerse a voluntad y cubren un enorme rango de duraciones, aunque la flexibilidad es posible a costa de la precisión (Gibbon et al., 1997), es decir, si el intervalo es grande, la variabilidad de la estimación crece.

○ ESTIMACIÓN DE INTERVALOS CORTOS Y LARGOS

La Estimación Temporal precisa es crucial para la percepción y acción desde el rango de cientos de milisegundos hasta minutos u horas (Pfeuty et al., 2008). La mayoría de los datos se han obtenido de investigaciones sobre la Estimación Intervalos Cortos (segundos a minutos), con relativamente poca información sobre la Estimación de Intervalos Largos (en el rango de horas). Una cuestión central es cuales principios de la EIC pueden ser aplicados a la EIL (Meck, 2003).

Existen tres procedimientos básicos de Estimación Temporal, cada uno con diferentes procesos cognitivos que subyacen a cada condición de estimación, la retrospectiva y la prospectiva (Zakay y Block, 1997; Ho, et al., 2002), aunque algunos autores proponen que están basados en los mismos mecanismos:

- Estimación temporal retrospectiva: Implica que los sujetos no son informados sobre la tarea hasta que el tiempo a estimar ya ha transcurrido, los sujetos construyen un juicio sobre la duración desde la información almacenada en la memoria representando el número de cambios contextuales que ocurrieron durante el intervalo. Se propone que para esta modalidad de estimación, los procesos de memoria son críticos.
- Estimación temporal prospectiva: Requiere que el sujeto estime la duración de un evento que esta por ocurrir, los sujetos enfocan su atención en el tiempo durante una duración objetivo y acumulan claves temporales relevantes. Se propone que para esta modalidad de estimación, los procesos atentos son cruciales (Grondin y Plourde, 2007; Zakay et al., 1999).
- Estimación temporal inmediata: Los sujetos deben estimar y responder diferencialmente durante un intervalo en curso, en este tipo de tareas es

típico que los sujetos sean libres de responder en cualquier punto del intervalo, pero la estimación tiene eficiencia máxima cuando las respuestas se encuentran cercanas al intervalo blanco. El comienzo del intervalo puede estar marcado por la respuesta del sujeto, o puede ser anunciado por el comienzo de un estímulo (Ho, et al., 2002).

La duración de un intervalo puede ser estimada (Zakay y Block, 1997):

- a) Verbalmente: Se pide al sujeto que refiera verbalmente una duración específica, estas tareas son usualmente más variables que otros métodos.
- b) Reproducción: Se le pide al sujeto que delimite un intervalo que corresponda a su experiencia con un intervalo previo.
- c) Producción: El intervalo objetivo es indicado verbalmente y el sujeto debe delimitar el intervalo según la duración especificada.

La mayoría de los estudios científicos, desde hace más de 30 años, se han enfocado en la Estimación Prospectiva, dejando de lado la investigación sobre la Estimación Retrospectiva a pesar de su importancia evolutiva y ecológica (además de los ambientes sociales y culturales actuales), todos los seres humanos y muchos otros organismos enfrentan situaciones donde es necesario estimar, con base en la memoria, la duración de ciertos eventos que ocurrieron anteriormente.

Uno de los factores que pudieron haber dificultado el progreso del estudio experimental de la estimación retrospectiva es que se considera restringido a un ensayo por sujeto, basado en el razonamiento de que una vez que el sujeto sabe que debe hacer una estimación de tiempo, inevitablemente centra su atención en el paso del mismo en el siguiente ensayo (Grondin y Plourde, 2007). En la literatura existen escasas investigaciones sobre la estimación de intervalos en el rango de horas, tanto en estimación retrospectiva como en prospectiva.

Para los rangos de tiempo largos, de horas, días o años, probablemente recurrimos a estimar el tiempo mediante referencias temporales conocidas: la ocurrencia y duración de un evento relevante y con una duración conocida (hambre, crecimiento de la barba, frecuencia de la evacuación, somnolencia, etc.) (Campbell et al., 2001).

Lewis y Miall (2009) probaron en humanos un amplio rango de intervalos (68 ms a 16.7 min) espaciados en una escala logarítmica, con una tarea de reproducción de intervalos, donde se les presentó un intervalo y posteriormente tuvieron que reproducirlo presionando y manteniendo un botón hasta que juzgaran que el intervalo reproducido era equivalente al presentado; también realizaron otro experimento para examinar el comportamiento del coeficiente de variación (CV: desviación estándar de las estimaciones dividida entre la media de las estimaciones) en el mismo rango de intervalos, mediante una tarea de producción. Su objetivo fue detectar saltos en la precisión de la estimación de los sujetos, lo que sustentaría la hipótesis de distintos mecanismos de reloj son usados para diferentes conjuntos de rangos temporales. Los resultados del primer experimento muestran que los sujetos tienden a sobreestimar los intervalos cortos y subestimar los largos, también encontraron que los errores fueron muy grandes para los intervalos cortos, sobreestimaron aproximadamente en un 500 % en el intervalo de 68 ms; en cambio disminuyeron el error en la precisión de la estimación para los intervalos largos, con una subestimación del 35 % en el intervalo de 16.7 min (o sea que, en promedio, emitieron una reproducción del intervalo de 10.88 min cuando se les pidió que reprodujeran 16.7 min). Para el segundo experimento encontraron que los sujetos también tendieron a sobreestimar los intervalos cortos en un 44 % y subestimar los intervalos largos en un 19 % del intervalo. No encontraron evidencia de los saltos en la precisión, sus experimentos demuestran un incremento gradual en la precisión de las estimaciones conforme los intervalos medidos se ampliaban. Sus datos proveen evidencia de que existe un acoplamiento entre la estimación de intervalos cortos y la estimación circadiana, además de que no siguen la propiedad escalar de la estimación de intervalos.

2.3 MODELO DE ESTIMACIÓN TEMPORAL

Gibbon en 1991 propuso el modelo más aceptado para el procesamiento de información temporal, llamado Teoría de la Expectancia Escalar (SET, por sus siglas en inglés), donde se distinguen tres etapas, primero un mecanismo de “reloj” mide la duración (por medio de un marcapasos oscilatorio y un acumulador), posteriormente un componente mnémico compara la duración actual con la duración almacenada en la memoria de referencia, y finalmente un

mecanismo de toma de decisiones elige la respuesta apropiada (Figura 2.1) (Fernández et al., 2003; Le Dantec et al., 2007; Matell y Meck, 2000; Pouthas y Perbal, 2004). Es posible que en todas estas etapas se encuentren involucradas diferentes regiones cerebrales y que estén moduladas por distintos neurotransmisores (Hinton y Meck, 1996; Pfeuty et al., 2008).

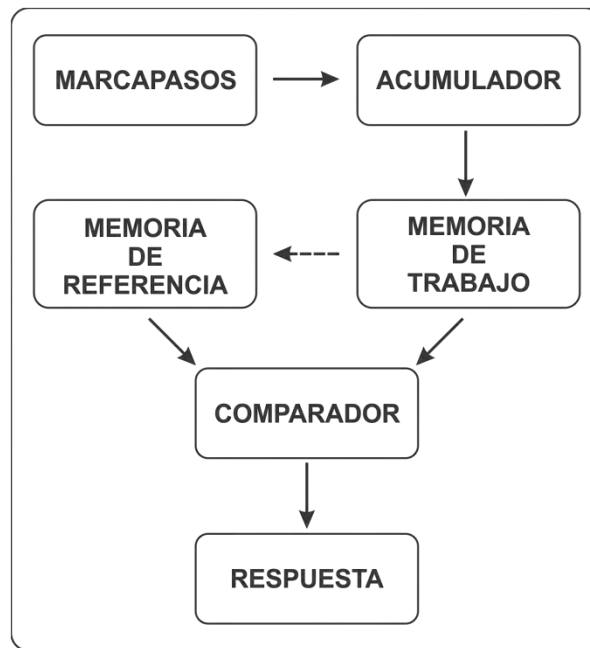


Figura 2.1. Teoría de la Expectancia Escalar. Representación del modelo de “reloj interno”, base de la estimación de intervalos. El oscilador endógeno (marcapasos) emite pulsos a una tasa constante, posteriormente el acumulador cuenta los pulsos. Durante la estimación de intervalos, el organismo compara el intervalo actual (en la memoria de trabajo) con una muestra previa de pulsos registrados (almacenados en la memoria de referencia). Si el número de pulsos comparado es aproximadamente equivalente a la muestra en la memoria de referencia, el organismo emite la respuesta o juicio temporal correcto (Figura modificada de Gibbon, 1977 en Ho et al., 2002).

Una de las propiedades fundamentales de este modelo es que la variabilidad temporal en la respuesta de los organismos es proporcional a la duración del estímulo o intervalo que el organismo temporaliza. Es decir, la desviación estándar del intervalo estimado crece proporcionalmente a la media del intervalo real (Matell y Meck, 2000).

Se ha propuesto que la percepción temporal se basa en un marcapasos o contador central (reloj interno), usualmente descrito como un cronómetro, que emite pulsos que son contados y empleados por diversos componentes del reloj interno, la acumulación de dichos pulsos parece determinar la duración subjetiva (entre mayor número de pulsos se acumulen, mayor es la duración percibida)

(Grondin et al., 2004; Egelman, 2009; Onoe et al., 2001). Una de las mayores fuentes de variabilidad en el proceso de la estimación temporal es la inestabilidad en la emisión de pulsos del marcapasos interno, esta es la base de varios modelos de estimación temporal (Matell y Meck, 2004).

2.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ESTIMACIÓN TEMPORAL

Existen diversos factores que afectan la estimación temporal, por ejemplo la tasa metabólica basal (Block et al., 1999), la temperatura corporal y ambiental, la atención focalizada y/o enfocada en el tiempo (Pouthas y Perbal, 2004), el nivel de alerta o “arousal” (Johannes et al., 1997), el tono neuroendócrino (Born et al., 1999), la fase circadiana (Campbell et al., 2001).

Además, se ha verificado que los niños y los adultos mayores tienden a emitir estimaciones verbales más largas (sobreestiman), producciones más cortas (subestiman), y sus estimaciones de duraciones establecidas son más variables que los adultos jóvenes. Adicionalmente, las mujeres presentan las mismas tendencias que los adultos mayores y los niños en las tres variables mencionadas (Zakay y Block, 1997).

Adicionalmente, existen estudios recientes que han sido capaces de cuantificar la distorsión del juicio del tiempo durante los movimientos oculares rápidos o sacadas. Dichas sacadas causan un efecto de reducción en la duración subjetiva de estímulos visuales (intervalos cortos), provocando que los sujetos subestimen su duración (Egelman et al., 2005; Burr y Morrone, 2006).

2.5 FISIOLÓGÍA DE LA ESTIMACIÓN TEMPORAL

Existe muy poca investigación sobre los mecanismos neurobiológicos de la percepción de tiempo (Matell y Meck, 2000). Se ha propuesto que los mecanismos neurales de la estimación temporal se encuentran ampliamente distribuidos, pero señalan algunas zonas y estructuras específicas de gran importancia, como el cerebelo (duraciones menores a 1 s) y los ganglios basales, que juegan un papel crítico en la actividad del marcapasos interno, por otro lado la corteza prefrontal esta implicada en la atención selectiva, la memoria a corto plazo, la toma de decisiones y estimación de duraciones mayores a 1 s (Aritake et

al., 2008; Le Dantec et al., 2007). La corteza cerebral envía proyecciones excitatorias al cuerpo estriado (acumulador de pulsos), que es la principal vía de entrada de información hacia los ganglios basales, implicados también en funciones motoras moduladas por dopamina (Matell y Meck, 2000), los pacientes con Enfermedad de Parkinson medicados con Levodopa se acercan mucho a nivel de precisión de sujetos normales, pero cuando la medicación es suspendida la precisión disminuye y no se sigue la propiedad escalar de la estimación de intervalos (Gibbon et al., 1997; Hinton y Meck, 1997).

El marcapasos interno parece estar relacionado con los ganglios basales y su función dopaminérgica, y la memoria temporal y los mecanismos atencionales están relacionados con la acetilcolina en la corteza frontal (Ferrandez et al., 2003; Onoe et al., 2001). Existe evidencia de que la temporalización circadiana está basada en un sistema oscilatorio (Crystal, 2006b).

En un estudio con Tomografía por Emisión de Positrones (PET) de Onoe et al. (2001), se encontró que la corteza prefrontal dorsolateral (CPFDL) y la corteza parietal de asociación inferoposterior (CPA) constituyen un circuito neural que procesa la información temporal, particularmente en lo que respecta a la atención selectiva y la memoria de trabajo (comparador), y la CPA funcionando como acumulador. Se sabe que estas dos regiones tienen vastas conexiones anatómicas y funcionales, además la CPA manda proyecciones hacia los ganglios basales (Le Dantec et al., 2007).

La temporalización ("*Timing*") de intervalos en la escala de varias horas a un día esta mediado por el núcleo supraquiasmático que controla el ciclo circadiano, mientras que existe un sistema diferente para temporalización de segundos a minutos. Se han observado variaciones no lineales (escalares) en la sensibilidad del paso del tiempo para ambos, también se han realizado experimentos con lesiones del NSQ que muestran distorsiones en la capacidad del organismo para discriminar intervalos cortos, lo que sugiere que existen factores comunes a ambos sistemas (EIC y EIL) (Balsam et al., 2009; Gibbon et al., 1997; Meck, 2003). Dentro de la revisión de la literatura no se pudieron encontrar los límites o rangos específicos entre la EIC y la EIL.

Existe escasa literatura respecto a la EIL (Campbell et al., 2001), la mayoría de los estudios en modelos animales, se enfocan a la presentación experimental de alimento a una hora regular cada día, después de pocos días bajo dicho régimen los animales presentan incrementos en los patrones de actividad antes de la presentación del alimento, lo que denota anticipación del animal a la presentación del alimento (Balsam et al., 2009; Crystal, 2006a), fortaleciendo las teorías que apoyan al sistema circadiano regulando a la EIL.

Burr y Morrone (2006) proponen que, para intervalos cortos, el tiempo no es codificado explícitamente en distancia, sino que se codifica en un patrón espacio-temporal en una red de neuronas distribuidas. El tiempo relativo entre eventos puede ser transformado en un patrón específico de mapas neurales, que son interpretados por medio de los mismos mecanismos usados para decodificar las representaciones corticales de imágenes espaciales. Muchos estudios previos muestran que, para el cerebro, el tiempo y el espacio no son procesados por separado, sino que pueden ejercer una gran influencia mutua, es decir, el análisis y procesamiento temporales puede depender de la posición en el espacio (Burr y Morrone, 2006; Moiseeva, 1975).

En resumen, el cerebelo, la corteza prefrontal y los ganglios basales realizan el procesamiento de la información sensorial y temporal, integrando la información cognitiva, siendo las estructuras que subyacen la percepción de intervalos durante la vigilia; dichas estructuras pueden contribuir a la regulación de la habilidad para estimar intervalos durante el sueño (Aritake et al., 2008).

2.6 ESTIMACIÓN TEMPORAL Y SUEÑO

Los humanos anticipan y fijan su atención cuando un evento importante es esperado, es tan crítico para el cerebro saber donde fijar la atención como cuando fijarla. El estar a la expectativa de un evento relevante ayuda a enfocar los recursos cognitivos en el punto exacto del tiempo para perfeccionar el comportamiento, hacer más eficientes las respuestas así como ubicar temporalmente eventos significativos. Los estudios muestran que se puede usar la información temporal flexiblemente y a través de múltiples modalidades

sensoriales para orientar la atención selectivamente a intervalos específicos y anclar claves que proporcionen duraciones aproximadas (Eagelman et al., 2005), durante la vigilia es evidente que las diferentes modalidades sensoriales proveen de claves temporales, pero durante sueño, que es un estado de consciencia caracterizado por la pérdida de la volición y atención dirigida (Hobson et al., 1998), el organismo no tiene accesibles claves temporales.

Existen diversos estudios que sugieren que la función que permite a los seres humanos percibir el paso del tiempo durante el sueño nocturno permanece vigente (Aritake et al., 2004). En un estudio de Moorcroft et al. (1997) registraron por tres noches consecutivas mediante actigrafía, a 15 sujetos (M=9, H=6, de 19 a 62 años) que reportaron ser capaces de despertar a una hora fijada previamente sin el uso de despertador, los sujetos respondieron un cuestionario antes de dormir, enfatizando la hora en que pretendían despertar para ser comparada con la hora en que despertaron registrada el actígrafo; dividiendo la hora pretendida entre la hora real del despertar se obtuvo una media general de +3.34 min (DE=13.37 min), indicando que, en promedio, durmieron 3 min 20 s más de la hora establecida la noche anterior. El rango de la diferencia entre la hora real y la hora reportada por los sujetos fue de -4.05 y +10.74 min, indicando que la mayoría fueron capaces de despertar por si mismos muy cerca de la hora planeada, aún cuando llevaban 7.06 h de sueño en promedio; siendo más precisos los que despertaban anticipadamente y los que escogieron horas desiguales para cada noche. Existen factores que pudieron haber influido en los resultados, por ejemplo los sujetos refirieron tener la capacidad de despertarse a horas preestablecidas, eligieron la hora en que debían despertarse y se encontraban altamente motivados.

En esta investigación se concluye que, la capacidad de despertar sin claves externas con precisión ocurre en ciertas personas y en sus propias camas; su precisión es suficiente para ser funcional, factible y útil, y que la variabilidad entre personas no afecta su validez.

La habilidad de despertarse a una hora determinada sin despertador o alarma parece no ser universal y no ha podido ser replicada confiablemente en condiciones de laboratorio. Por las características de los últimos ciclos de Sueño

MOR (siendo los de mayor duración), es probable que los despertares ocurran cerca o dentro de una etapa de Sueño MOR y que esta sea una característica de esta etapa de sueño (Moorcroft et al., 1997).

Investigaciones previas muestran que la habilidad de despertarse a horas predeterminadas sin alarma se encuentra ausente o disminuida en las primeras horas de sueño o después de un breve periodo de sueño nocturno. Los estudios con polisomnografía pueden alterar ciertas características cognitivas durante el sueño (Moorcroft et al., 1997).

Born et al. (1999), realizaron un estudio con 15 sujetos por tres noches consecutivas, incluyendo Polisomnografía y muestreo de plasma sanguíneo cada 15 min para determinar las concentraciones de adrenocorticotropina (ACTH) y cortisol. A los sujetos se les dijo que se les despertaría una noche a las 06:00 h ("sueño corto") y dos noches a las 09:00 h ("sueño largo"), a media noche se apagaron las luces. A todos los sujetos se les despertó sorpresivamente una de las noches de "sueño largo" a las 06:00 h ("sorpresa"), se contrabalanceó el orden de las noches experimentales. En la noche de "sueño corto", en que los sujetos fueron informados de la hora en que se les despertaría (06:00 h), la concentración plasmática de ACTH mostró un aumento estadísticamente significativo desde la hora previa a ser despertados (05:00 h), en comparación con su propia concentración plasmática en las dos condiciones experimentales restantes. El registro de PSG no mostró diferencias entre las tres condiciones experimentales y las condiciones de sueño corto y sorpresa tuvieron una distribución temporal de las Fases de sueño similar. El despertar experimental final ocurrió en Sueño MOR, en 5 sujetos para cada una de las tres condiciones, es decir 15 despertares durante Sueño MOR.

La adrenocorticotropina y el cortisol son segregados como respuesta adaptativa al estrés y en anticipación ante eventos estresantes, por ello los autores concluyen que el aumento en la concentración plasmática, previo a la hora en que los sujetos esperaban ser despertados denota expectación; la expectación era habitualmente considerada una característica exclusivamente regulada por la acción consciente, pero los resultados indican que se extiende al sueño nocturno (Born et al., 1999).

Aritake et al. (2004), realizaron un experimento con 9 sujetos varones de 18 a 23 años por tres días consecutivos en una instalación que ofrece aislamiento a claves temporales, el registro PSG se llevó a cabo durante todo el procedimiento experimental. Después de una noche de adaptación, los sujetos siguieron una “Rutina Constante” (vigilia, semi-recostados, luz constante, alimentos isocalóricos) de las 07:00 a las 24:00 h. En la noche experimental realizaron un “Protocolo de Estimación Temporal” (TEP) entre 00:00 y 09:00 h, dividiendo las 9 h en seis periodos de 90 min, despertando a los sujetos cada periodo y realizando una entrevista estructurada, siempre y cuando hayan dormido por más de 45 min consecutivos y la Fase 2 haya durado más de 3 min (los sujetos fueron despertados siempre en Fase 2). La entrevista duró 2 min y consistió en preguntas sobre: la cantidad subjetiva de sueños, la cantidad subjetiva de sueño (dormir), la calidad subjetiva del sueño, la hora del día subjetiva, somnolencia subjetiva, estado de ánimo, nivel de energía, nivel de tensión y el nivel de vigor (en una escala tipo Lickert); las diferentes preguntas fueron para evocar una estimación natural del tiempo y que los sujetos no enfocaran su atención en el paso del mismo.

Dividiendo la Estimación del Intervalo entre el Intervalo de Tiempo Real, se obtiene un indicador de la estimación temporal definida como: Razón de Estimación Temporal (RET). Cuando el cociente de esta razón es 1, el tiempo subjetivo corresponde al tiempo real; cuando el cociente es menor de 1, significa que el sujeto subestimó la duración real; y cuando el cociente es mayor que 1, significa que se sobreestimó la duración real (Figura 2.2).

$$\mathbf{a)} \text{ Razón de Estimación Temporal (RET) = } \frac{\text{Estimación Subjetiva del Intervalo}}{\text{Duración del Intervalo Real}}$$

$$\mathbf{b)} \text{ RET} = \frac{30 \text{ min}}{62 \text{ min}} = 0.48 \quad \mathbf{c)} \text{ RET} = \frac{120 \text{ min}}{66 \text{ min}} = 1.82$$

Figura 2.2. Razón de Estimación Temporal (RET). a) La estimación subjetiva del intervalo se divide entre la duración del intervalo real. b) Ejemplo de subestimación de un intervalo. c) Ejemplo de sobreestimación de un intervalo real. (Figura modificada de Aritake et al., 2004).

Los resultados muestran que en las primeras horas de la noche valor de RET llega a casi 2, disminuyendo a 0.6 durante la progresión del sueño. También se encontraron correlaciones significativas, una positiva entre RET y el porcentaje de Fases 3+4 ($r=0.94$, $p=0.0027$), y una negativa entre RET y el porcentaje de Sueño MOR ($r=-0.87$, $p=0.0205$), indicando que los sujetos subestiman al principio de la noche asociado al nivel de supresión de la actividad cortical durante el SOL; y al final de la noche, cuando los episodios de Sueño MOR tienen la mayor duración y existe mayor activación cortical relativa, los sujetos tendieron a subestimar el tiempo transcurrido. Los autores sugieren que la estructura del sueño, en un intervalo a estimar, puede ser un factor determinante en la exactitud de la estimación temporal (Aritake et al., 2004).

Para esclarecer cual de los parámetros del sueño son los que influyen la capacidad de estimar el tiempo durante el sueño, Aritake et al., en 2008 realizaron un experimento con el mismo protocolo de estimación temporal (TEP) descrito anteriormente, donde compararon la estimación de intervalos durante una noche de sueño habitual (SN) y la estimación de intervalos de tiempo durante el sueño diurno arbitrario (SD). Su muestra comprendió 17 sujetos varones sanos de 18 a 23 años (SN=10; SD=7), todos con registros de PSG. Durante la condición de SN se realizó el TEP entre las 00:00 h y las 09:00 h, y para la condición SD se mantuvo a los sujetos en vigilia por 28 h y posteriormente se realizó entre las 12:00 h y las 21:00; en cada despertar se les preguntó la hora, tratando de no enfocar las preguntas en el tiempo transcurrido. Estos autores encontraron que el RET es mayor al inicio del periodo de sueño (sobreestimación) y sucesivamente decrece hasta el fin del periodo de sueño en SN y SD (alcanzando un valor promedio de 2 hasta llegar a un promedio de 0.5 en el último despertar experimental). Se encontró una correlación positiva entre la cantidad de Fases 3 + 4 y el RET en ambas condiciones (SN: $r = 0.994$, $p = 0.002$ y SD: $r = 0.993$, $p < 0.001$), sugiriendo que entre mayor es la cantidad de SOL, es más largo el tiempo percibido subjetivamente por los sujetos; no pudieron confirmar una influencia estable entre la cantidad de Sueño MOR y el RET. No se encontraron diferencias significativas entre las condiciones de SN y SD, indicando que la habilidad de estimar el tiempo durante el sueño no se encuentra regulada por el sistema circadiano; además se obtuvo un valor de RET muy cercano a 1 (SN= 0.966 ± 0.72 ; SD= 1.006 ± 75), sugiriendo que los sujetos son capaces de estimar con

precisión la duración del tiempo de sueño (en promedio) a través de todo el periodo de sueño.

Otro ejemplo es el de Campbell et al. (2001), obtuvieron las estimaciones de la hora del día de 69 sujetos (39 H y 30 M; edad promedio de 46.6 en un rango de 19 a 81 años), todos los sujetos vivieron individualmente 72 h en un apartamento sin claves sobre el paso del tiempo y se les instruyó comer y dormir a la hora que desearan. A intervalos irregulares (duración promedio= 3.1 h; DE= 0.85 h), se les pidió que estimaran la hora del día (con una exactitud de 15 minutos o lo más cercano posible). Se obtuvo una “hora subjetiva” (intervalo real/intervalo estimado) y un valor de la desviación a través de todo el periodo en estudio; debido a las pocas opciones conductuales, los sujetos presentaron periodos de sueño y vigilia en todas las fases del día y la noche, por ello se lograron obtener estimaciones a lo largo de todo el ciclo circadiano para todo el grupo (no se despertó a ningún sujeto, se compensaron los datos con los sujetos que se encontraban despiertos). Se registraron 1239 estimaciones y promediando, se obtuvo que para cada hora transcurrida los sujetos percibieron el paso de 53.1 minutos, este resultado muestra la tendencia general de los sujetos a subestimar el paso del tiempo. Aunque se obtuvo una desviación estándar intrasujeto de casi 35 min, reflejando una variabilidad considerable a través del periodo experimental; esta variabilidad fue sistemática a través del ciclo circadiano, en la porción del día en la que la temperatura corporal aumenta, los sujetos perciben más rápido el paso del tiempo, y cuando la temperatura corporal baja, los sujetos tienden a percibir el paso del tiempo más lentamente. Estos autores mencionan que uno de los factores que influyen la estimación de intervalos es la actividad metabólica y la temperatura es uno de sus principales indicadores. Concluyen que el marcapasos circadiano que sustenta nuestra capacidad de estimar el tiempo es altamente estable (Campbell et al., 2001).

Sánchez (2009), evaluó la habilidad de estimar intervalos de 10 s en sujetos controles (n=11) e insomnes primarios crónicos (n=9), con dos evaluaciones una a las 23:00 h y otra a las 09:00 h. Los resultados mostraron que los insomnes estiman con mayor precisión los intervalos comparados con el grupo control, restando el tiempo de reacción al intervalo estimado. No encontró diferencias entre ambas evaluaciones ni en el tiempo de reacción. La mejor ejecución del

grupo de insomnes puede deberse al hiperarousal incrementado y pueden estar más pendientes del paso del tiempo que los sujetos sin alteraciones de sueño (Sánchez, 2009).

Estas investigaciones ofrecen evidencia objetiva de la capacidad de los seres humanos para percibir la cantidad de tiempo que ha transcurrido y estimar intervalos durante el sueño nocturno (Aritake et al., 2008), siendo que los mismos sujetos fijen la hora para despertar (Moorcroft et al., 1997), despertando a intervalos arbitrarios definidos por los investigadores (Born et al., 1999, Aritake et al., 2004) o con periodos de sueño entre estimaciones (Campbell et al., 2001). Se propone que existen diversos factores que pueden afectar dicha habilidad como: el estado psicofisiológico antes de dormir (motivación y confianza), alteraciones en el tono neuroendócrino (Born et al., 1999) y la estructura del sueño (Aritake et al., 2004; 2008), la fase circadiana en que se encuentre el sujeto, la edad y los periodos de sueño inmersos en el intervalo a estimar (Campbell et al., 2001).

Algunos investigadores proponen que la naturaleza y características temporales del Sueño MOR son las responsables de la capacidad de despertar sin claves externas. La periodicidad ultradiana regular del Sueño MOR puede servir como indicador del tiempo transcurrido y, durante esta Fase, el cerebro se encuentra en mejores condiciones para la actividad cognitiva necesaria para el reconocimiento del paso del tiempo (Moorcroft et al., 1997).

3. MÉTODO

3.1 JUSTIFICACIÓN

La duración subjetiva de las ensoñaciones no se ha estudiado en detalle. Las investigaciones sobre este tema son escasas y reportan una gran variabilidad en la duración subjetiva de las ensoñaciones, que va de pocos segundos a más de 24 horas, dichas estimaciones fueron realizadas sin controlar las Fases de sueño ni la duración del Sueño MOR. Los despertares se efectuaron durante distintas Fases de sueño (Moiseeva, 1975) o en despertares espontáneos por la noche o a la mañana siguiente (Stickgold et al., 1997). También se ha propuesto que las ensoñaciones son generadas instantáneamente en el momento del despertar (Schredl, 2000), creando la idea de que su duración es de segundos.

Por otra parte, existen estudios que relacionan el número de palabras con la duración de la ensoñación (Dement y Kleitman, 1957; Hobson y Stickgold, 1995), pero no se ha estudiado en detalle la relación entre el tiempo controlado de Sueño MOR y la duración estimada sin restricción. Tampoco se han analizado las características asociadas a duraciones subjetivas (como las acciones o eventos) dentro el contenido del reporte de ensoñación.

Debido a que el sueño es un estado de consciencia caracterizado por la pérdida de la volición y atención dirigida (Hobson et al., 1998), así como la pérdida de conciencia del entorno (Calvo, 1996) y la falta de respuesta al ambiente (Staunton, 2005), sería lógico especular que la habilidad de estimar el tiempo se encuentra comprometida, sin embargo existen algunos estudios sobre la percepción y estimación de intervalos que sugieren que ésta habilidad sigue vigente durante el sueño nocturno en humanos (Aritake et al., 2004, 2008; Born et al., 1999; Campbell et al., 2001; Moorcroft et al., 1997). Aunque no se ha investigado esta habilidad controlando la Fase de sueño en que el despertar experimental es realizado, con intervalos de tiempo total de sueño variables y en sujetos sin habilidad para despertar a una hora predeterminada.

Los mecanismos fisiológicos que permiten a los seres humanos estimar el tiempo durante el sueño permanecen sin entenderse (Aritake et al., 2004; 2008), es necesario realizar estudios donde la estimación se realice en Fases de sueño determinadas y se relacione con la capacidad de estimar intervalos durante el sueño.

3.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Existe relación entre la duración subjetiva de las ensoñaciones comparada con la duración del episodio de Sueño MOR?

¿Existen características distintas en los reportes de ensoñación provenientes de periodos de Sueño MOR largos comparados con Sueño MOR cortos?

¿Los sujetos son capaces de estimar el tiempo que les llevó empezar a dormir comparado con la Latencia de Sueño?

¿Existe una relación entre la estimación del tiempo que llevan dormidos los sujetos y el Tiempo Total de Sueño registrado?

3.3 OBJETIVOS

Objetivo General

Investigar si existe relación entre las estimaciones de tiempo durante el sueño nocturno y las duraciones objetivas de los patrones electroencefalográficos establecidos.

Objetivos Específicos

- Determinar si existe relación entre la duración estimada de la ensoñación con el episodio de Sueño MOR previo a ser despertados.
- Observar si los reportes de ensoñación provenientes de episodios de Sueño MOR de mayor duración tienen características distintas comparados con los reportes de Sueño MOR de menor duración.
- Comparar la Estimación de la Latencia de Sueño con la Latencia de Sueño Registrada.
- Comparar la Estimación del Tiempo Total de Sueño con el Tiempo Total de Sueño observado en la calificación del registro poligráfico.
- Comparar la potencia absoluta del EEG entre los periodos de Sueño MOR de 7 y 15 minutos (SMOR-7 y SMOR-15 respectivamente).

3.4 HIPÓTESIS

- Existirá relación entre la duración estimada de la ensoñación (Estimación Inmediata, Estimación a Partir de Reporte y/o la de Elección Forzada) y la duración del episodio de Sueño MOR previo a ser despertados.
- Se observará un aumento en el número de palabras en el reporte de ensoñación de los episodios de Sueño MOR de 15 minutos o mayor.
- Existirá relación entre la Estimación de la Latencia de Sueño con la Latencia de Sueño Registrada.
- Existirá relación entre la Estimación del Tiempo Total de Sueño, desde el principio del sueño hasta el momento de ser despertados experimentalmente, con el Tiempo Total de Sueño observado en el registro poligráfico.

3.5 VARIABLES

Variables Independientes

- Duración del episodio de Sueño MOR (SMOR) previo a ser despertados.
- Latencia de Sueño registrada poligráficamente.
- Tiempo Total de Sueño observado en el registro poligráfico.

Variables Dependientes

- Duración estimada de la ensoñación reportada por los sujetos.
- Número de palabras en el reporte de ensoñación.
- Estimación de la Latencia de Sueño.
- Estimación del Tiempo Total de Sueño reportado por los sujetos.

3.6 SUJETOS

Se estudiaron 9 voluntarios varones sanos, con un rango de edad de 22 a 30 años (DS=2.5), con escolaridad mayor a 13 años, diestros y sin ningún tipo de tratamiento farmacológico. Mediante una entrevista se consideró que no tuvieran antecedentes de alteraciones psiquiátricas o neurológicas, ni alteraciones de sueño. Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado.

3.7 MATERIAL E INSTRUMENTOS

- Cámara Sonoamortiguada.
- Computadora Personal, DELL, Modelo OPTIPLEX 170L.
- Laptop Dell, Inspiron 1420.
- Grabadora de Sonido Digital.
- Polígrafo Grass Telefactor, Modelo 15, Astro Med., Warwick, U.S.A. 2002.
- Pasta Conductora.
- Regadera Grass Telefactor Modelo 15 EB/B2 REV2.
- Gamma Review Software Versión 4.3 (2001).
- ESTIMVIS Sistema Computarizado para Estimulación Visual, México. 2004.
- Electrodo de copa de oro (SAFELEAD, Grass, U.S.A. 2002).

3.8 PROCEDIMIENTO

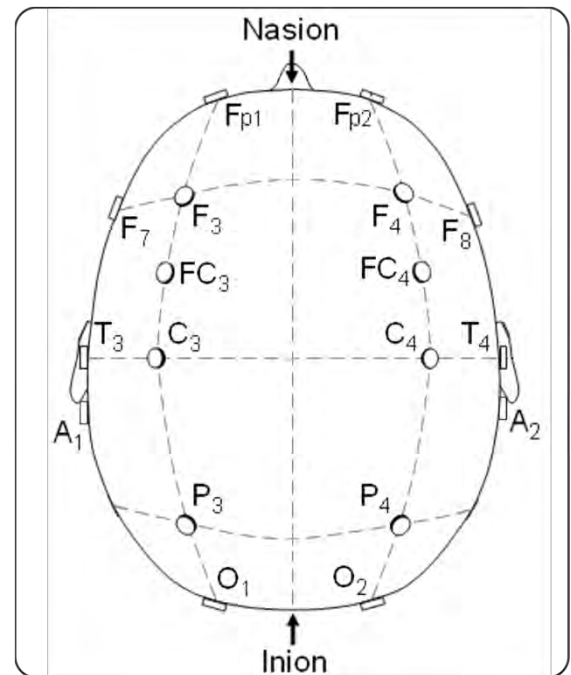
○ REGISTRO POLISOMNOGRÁFICO

Cada sujeto llegó al Laboratorio de Sueño del Instituto Nacional de Psiquiatría “Ramón de la Fuente Muñiz”, entre las 21:30 y las 22:30 h, para iniciar el procedimiento experimental, que consistió en realizar dos registros polisomnográficos de 8 horas por dos noches consecutivas, ambos con las características descritas por Rechtschaffen y Kales (Carskadon y Rechtschaffen, 2005; Rechtschaffen y Kales, 1968; Campbell, I. G., 2009):

- Electroencefalograma: Se fijaron por medio de gasas embebidas en colodión, 19 electrodos bipolares en las derivaciones C3-A2, C4-A1, F3-P3, F4-P4, F4-O2, P3-O1, P4-O2, F3-F4, T3-T4, F8-Fp2, F7-Fp1, C3-FC3, C4-FC4, F4-Fp2, F3-Fp1 y un electrodo de tierra, conforme al Sistema Internacional 10-20 (Figura 3.1). Se colocó un mayor número de electrodos registrando la actividad de la región frontal ya que se ha postulado que es un área implicada en la estimación temporal (Onoe et al., 2001).
- Electrooculograma: La actividad oculomotora de ambos ojos se registró colocando un electrodo en el canto superior externo de la órbita ocular derecha (EOG-D) y otro en el canto inferior externo de la órbita izquierda (EOG-I), con referencia común a la apófisis mastoidea izquierda (A1).

- Electromiograma: La actividad muscular del mentón fue registrada con un par de electrodos bipolares, uno sobre cada lado la barbilla, por encima de los músculos mentalis y submentalis.

Figura 3.1. Derivaciones del Registro de Electroencefalograma. En esta figura se muestran las derivaciones modificadas, basado en el Sistema Internacional 10-20.



La colocación de los todos electrodos tuvo una duración de entre 40 y 50 minutos, y la calibración de los movimientos oculares y del mentón, así como la verificación de la señal y prueba del equipo entre 10 y 15 min, dando un total de 1 h 10 min después de la llegada del sujeto al laboratorio y antes de darle las “Buenas Noches” dentro de la cámara sonoamortiguada. Se procuró respetar los hábitos de sueño de cada sujeto.

La actividad eléctrica cerebral fue amplificada por medio de un polígrafo marca Grass Telefactor Modelo 15 Astro Med. 2002, con una frecuencia de muestreo de 512 Hz, sensibilidad de 7.5 μ V y filtro para bajas de 1 Hz y para altas de 30 Hz, de acuerdo con el manual de Rechtschaffen y Kales de 1968, para la visualización en línea. La actividad fue almacenada mediante el programa de captura Gamma Review Software Versión 4.3 (Grass Product Group, 2001).

La primera noche fue considerada como noche de habituación a las condiciones de registro, para observar si existían anomalías en el EEG y valorar la organización del sueño, y la segunda noche se realizó el procedimiento experimental que se describe a continuación. Durante ambas noches se les pidió a los sujetos apagar o entregar cualquier instrumento que pudiera proporcionar información sobre el tiempo.

○ **ESTIMACIÓN TEMPORAL DURANTE EL SUEÑO**

En la segunda noche se siguió la misma técnica de fijación de electrodos y se efectuó el procedimiento experimental, que consistió en realizar 2 despertares experimentales durante la Fase de SMOR para responder una serie de preguntas sobre la duración de su ensoñación (Estimación Inmediata, Estimación a Partir de Reporte y Elección Forzada), el reporte de ensoñación, el tiempo que tardó en dormir (Estimación de la Latencia de Sueño) y el tiempo que lleva dormido (Estimación del Tiempo Total de Sueño). A tres de los voluntarios se les despertó a los 7 minutos de haber comenzado el segundo ciclo de SMOR y a los 15 minutos del tercer ciclo (Figura 3.2; Panel a) (Campbell, I. G., 2009). Con efectos de contrabalanceo, a los cinco sujetos restantes se les despertó a los 15 minutos de haberse iniciado el primer ciclo de SMOR que alcanzara dicha duración, y posteriormente a los 7 minutos del siguiente ciclo (Figura 3.2; Panel b).

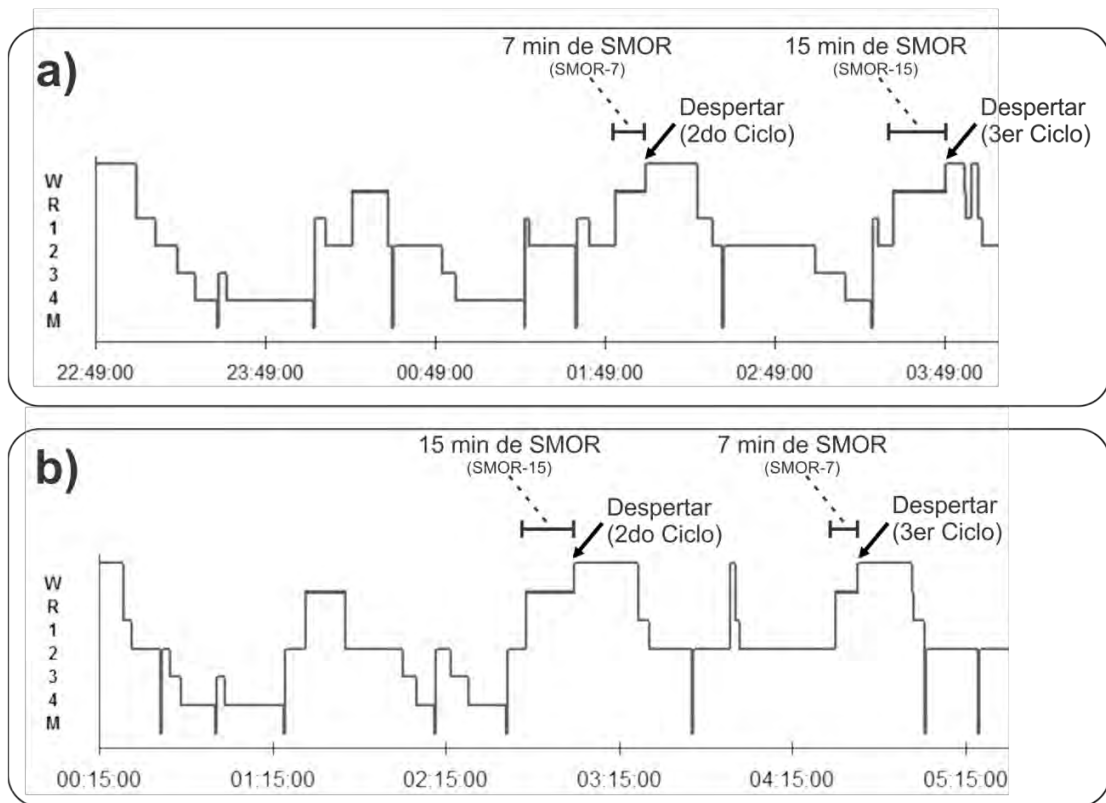


Figura 3.2. Hipnogramas y Despertares Experimentales. En esta figura se muestran los despertares experimentales contrabalanceados. a) 3 voluntarios fueron despertados en el 2do periodo de SMOR después de transcurridos 7 minutos, se les permitió volver a dormir y en el siguiente periodo de SMOR se les despertó a los 15 minutos de haber iniciado el periodo de SMOR. b) Se muestra el contrabalanceo de los periodos de SMOR, se alternó el orden de duraciones primero el SMOR-15 y posteriormente el SMOR-7.

Inmediatamente después del primer despertar experimental se realizaron las siguientes preguntas:

- 1) ¿Estabas soñando?
- 2) ¿Cuánto tiempo duró tu sueño (refiriéndose a la ensoñación)? (Estimación Inmediata)
- 3) ¿Me puedes contar lo que estabas soñando? (Reporte de Ensoñación)
- 4) A partir de lo que acabas de contar ¿Cuánto crees que duró? (Estimación a Partir de Reporte)
- 5) Si te diera dos opciones de duración 7 ó 15 minutos, ¿Cuál eliges? (Elección Forzada)
- 6) ¿Cuánto tiempo te tardaste en dormir desde las “Buenas Noches”? (Estimación de Latencia de Sueño)
- 7) ¿Cuánto tiempo llevas dormido desde que empezaste a dormir? (Estimación del Tiempo Total de Sueño)

Para el segundo despertar se realizaron las preguntas anteriores y se agregó, después de la 5, la siguiente pregunta:

- 6) En comparación con el sueño anterior ¿Este fue más largo o más corto?

Toda la entrevista fue grabada y almacenada digitalmente para su transcripción y análisis posteriores.

○ **REPORTES DE ENSOÑACIÓN**

Las grabaciones de cada reporte de ensoñación fueron transcritas incluyendo el contenido explícito. Los reportes escritos fueron analizados por 4 jueces, 3 de ellos ciegos a la investigación a los que previamente se les instruyó sobre los criterios de calificación. Cada juez calificó la frecuencia de aparición de las siguientes 7 categorías (Corsi et al., 2003):

1. Número de Palabras (incluyendo todas las palabras excepto exclamaciones).
2. Número de caracteres o personajes.
3. Número de ambientes o escenarios.
4. Número de acciones o eventos (verbos que indican una acción).
5. Número de incongruencias entre escenarios, acciones, tiempo y caracteres.
6. Número de emociones o sentimientos.
7. Número de especificaciones o detalles (adjetivos y adverbios).

Posteriormente se promedió la frecuencia observada en cada categoría por cada uno de los jueces. Por último, se dividieron los reportes del SMOR-7, SMOR-15 y SMOR-45 para comparar el promedio de la frecuencia de cada categoría.

○ **ESTIMACIÓN TEMPORAL EN VIGILIA**

En un máximo de 14 días posteriores a los registros polisomnográficos, se citó por tercera vez a todos los sujetos en un horario de 12:00 a 15:30 h para realizar una prueba de estimación temporal durante la vigilia. A los sujetos se les aplicó un paradigma que consta de dos tareas modificadas de Fernández-Guardiola (Fernández-Guardiola et al., 1984), que fueron presentadas mediante el programa ESTIMVIS (Guevara et al., 2004), en una Laptop con pantalla de 14 pulgadas, que fue colocada en un rango de 60 a 75 cm de distancia (Figura 3.3):

- **Tarea de Estimación Subjetiva del Tiempo**

Consiste en presionar la tecla “FIN” una vez que el sujeto haya estimado el transcurso de 7 segundos desde la aparición del estímulo (Figura 3.3) hasta su respuesta, el tiempo sin estímulo (pantalla negra), durante el cual los sujetos deben de responder fue de 10000 milisegundos (ms), las respuestas fuera de ese intervalo fueron consideradas como omisiones. Después de emitir la respuesta, hay un intervalo de tiempo que oscila entre 0.5 - 4 s. hasta que se presenta nuevamente el estímulo, la sesión consiste en 50 ensayos. Se le pidió a cada uno de los participantes no contar los segundos durante la realización de la tarea y en caso de portar reloj se les pidió entregarlo al experimentador. La ejecución de esta tarea tiene una duración de 10 minutos.

- **Tarea de Tiempo de Reacción:**

Consiste en presionar la tecla “FIN” lo más rápidamente posible tras la aparición del estímulo, el intervalo en el que el programa registró la respuesta del sujeto fue de 800 ms, las respuestas fuera de ese intervalo se contaron como omisiones. El estímulo que se presenta aparece 75 veces de forma aleatoria, con un intervalo de tiempo que oscila entre 0.5 – 2.25 s. La ejecución de la tarea le lleva al sujeto 3 min.

Al final de cada una de las tareas se le pidió al sujeto que estimara verbalmente la duración total de la misma en minutos, para ser comparada con el tiempo de ejecución de la tarea.

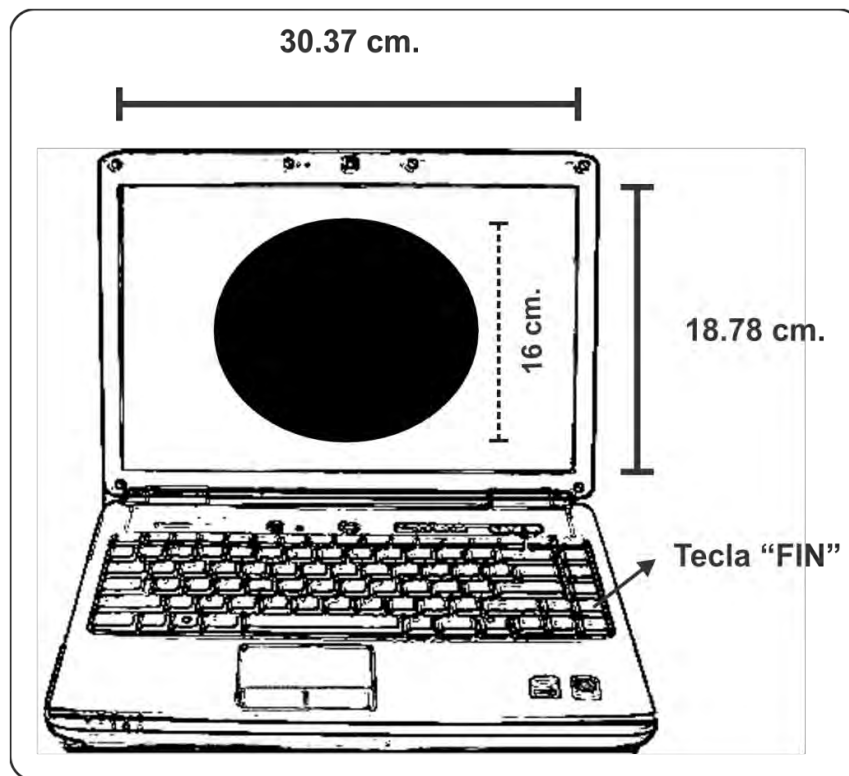


Figura 3.3. Estimulo. El estímulo consistió en un círculo negro de 16 cm de diámetro en el centro de la pantalla, con fondo blanco, su duración en la pantalla es de 150 ms y de 24 Lúmenes de intensidad.

○ ANÁLISIS DE POTENCIA DE LA ACTIVIDAD EEG

El análisis de la señal de EEG se realizó fuera de línea, se seleccionaron las épocas libres de artefactos de los periodos de SMOR-7 y SMOR-15 para ser incluidas en el análisis. La señal fue analizada mediante el programa POTENCOR (Guevara et al., 2003), calculando la Potencia Absoluta a través de la Transformada Rápida de Fourier para las bandas: Delta (1.5 - 3.5 Hz), Theta (4.0 - 7.5 Hz), Alfa 1 (8.0 - 10.0 Hz), Alfa 2 (10.5 - 13.0 Hz), Beta 1 (13.5 - 19.0 Hz), Beta 2 (19.5 - 25.5 Hz) y Gamma (35.0 - 55.0 Hz). Los valores obtenidos se normalizaron a logaritmos naturales para realizar prueba t de Student comparando cada derivación y cada banda entre SMOR-7 y SMOR-15.

4. RESULTADOS

4.1 DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS

La muestra final analizada estuvo compuesta por 8 varones. La media de edad fue de 25.1 ± 2.6 años, el promedio de escolaridad fue de 16.75 ± 2.3 años; el 75 % fueron estudiantes y el resto empleados. En la Tabla 4.1 se presentan los datos sociodemográficos y el número de despertares experimentales por sujeto.

Tabla 4.1. Características descriptivas de la muestra.

SUJETO	EDAD (años)	ESCOLARIDAD (años)	OCUPACIÓN	DESPERTARES EXPERIMENTALES
01	23	17	ESTUDIANTE	2
02	23	17	ESTUDIANTE	3
03	22	17	ESTUDIANTE	3*
04	26	18	ESTUDIANTE	3
05	26	21	ESTUDIANTE	2
06	27	16	ESTUDIANTE	3
07	24	15	EMPLEADO	2
08	30	13	EMPLEADO	3*

* En uno de los despertares el sujeto reportó no estar soñando, quedando un 95 % de despertares de SMOR asociados a ensoñaciones; otro despertar se realizó en Fase 2 y esos datos sólo fueron incluidos en los análisis de la Latencia de Sueño y el Tiempo Total de Sueño.

4.2 POLISOMNOGRAFÍA

Los resultados del análisis de la Arquitectura del Sueño se presentan en la Tabla 4.2, la última columna muestra los parámetros normales (Carskadon y Dement, 2005; Figueredo et al., 2009; Williams et al., 1974, tomado de Corsi, 1983). Como se puede observar, los parámetros promedio de la Noche 1 se encuentran dentro del rango de la normalidad, y se observan ligeros cambios en la Noche 2 debido a los despertares experimentales.

En la Figura 4.1 se presentan ejemplos de Hipnogramas de la noche de habituación (a) y la noche experimental (b). Así mismo, en la Figura 4.2 se presenta un ejemplo del trazo de EEG, EOG y EMG durante la transición de Fase 2 a SMOR y posteriormente a Vigilia debido al despertar experimental.

Tabla 4.2. Arquitectura del Sueño.

Parámetros (n=8)	Noche 1 Habitación Media (DE)	Noche 2 Experimental Media (DE)	
Eficiencia de Sueño %	89.10 (9.47)	85.20 (10.16)	95 %
Tiempo Total de Sueño (min)	419.43 (51.14)	414.25 (51.86)	424.64 min
Latencia (min)	17.68 (18.27)	13.38 (16.29)*	14.55 min
Vigilia %	8.83 (9.89)	12.42 (10.16)	2 - 5 % **
Fase 1 %	5.75 (3.34)	5.9 (2.3)	2 - 5 %
Fase 2 %	52.68 (6.88)	49.84 (5.79)	45.54 - 55%
Latencia a Fase 2 (min)	24.83 (22.3)	16.92 (16.45)	9.50 min
Fase 3+4 (Delta) %	18.02 (4.6)	18.42 (4.36)	13 - 23 %
Latencia a Fase Delta (min)	34.46 (23.04)	25.69 (14.81)	20.91 min
SMOR %	23.3 (6.89)	28.3 (4.36)	20 - 28%
Latencia a SMOR (min)	71.3 (18.03)	90.15 (70.28)	88.27 min
No. Periodos de SMOR	4.5 (0.75)	5.12 (0.64)	4 - 6

Rangos y Porcentajes Normales

* Este valor es el promedio de la Latencia de Sueño anterior al primer despertar experimental.

** Este dato no aplica ya que el porcentaje de vigilia abarca desde el inicio del registro de PSG e incluye los despertares experimentales.

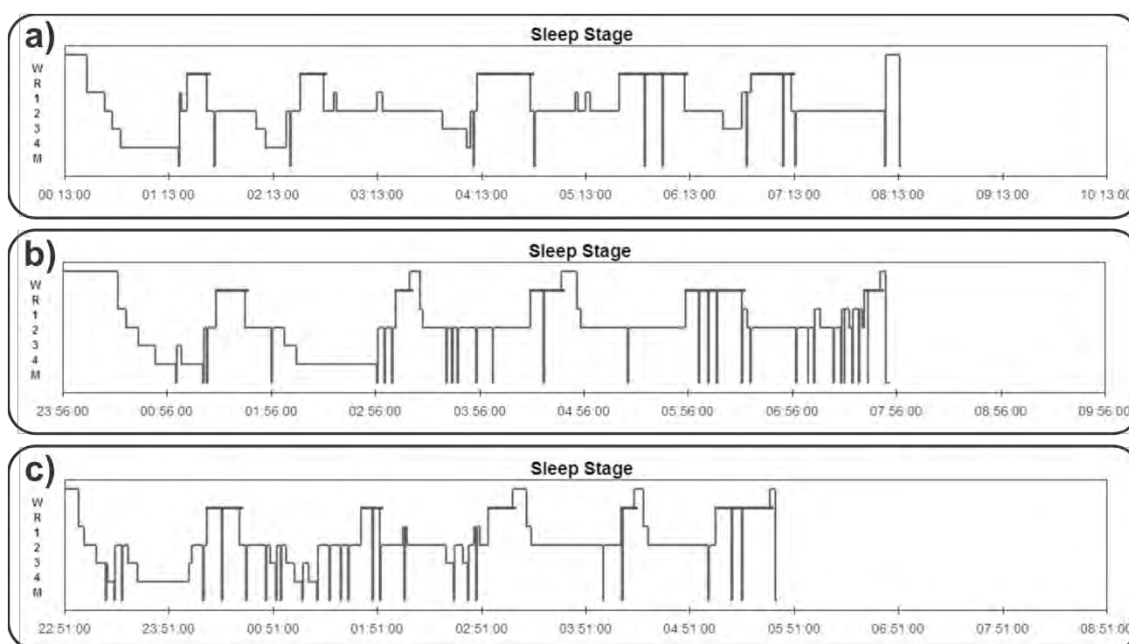


Figura 4.1. Hipnogramas. En a) se presenta el hipnograma de la noche de habituación de un sujeto, en b) se presenta el hipnograma de la noche experimental. Se observan los despertares experimentales, primero a los 7 min y posteriormente a los 15 min de SMOR y en c) se muestra el hipnograma de un sujeto que fue despertado en el tercer ciclo SOL-MOR a los 15 min y luego a los 7 min del cuarto ciclo. Como puede apreciarse, la arquitectura del sueño no fue alterada significativamente por la manipulación experimental.

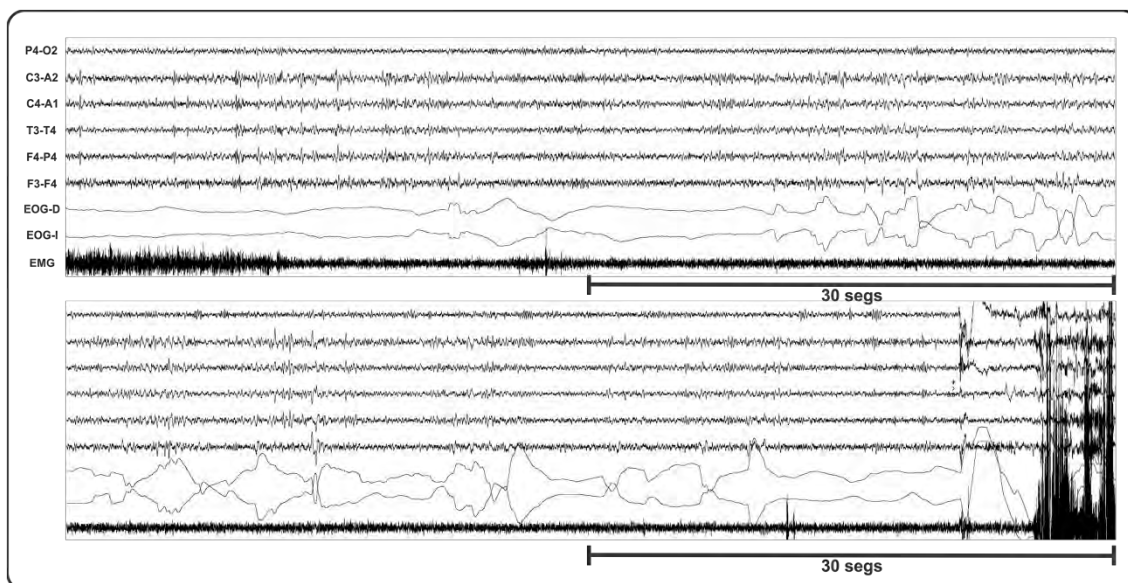


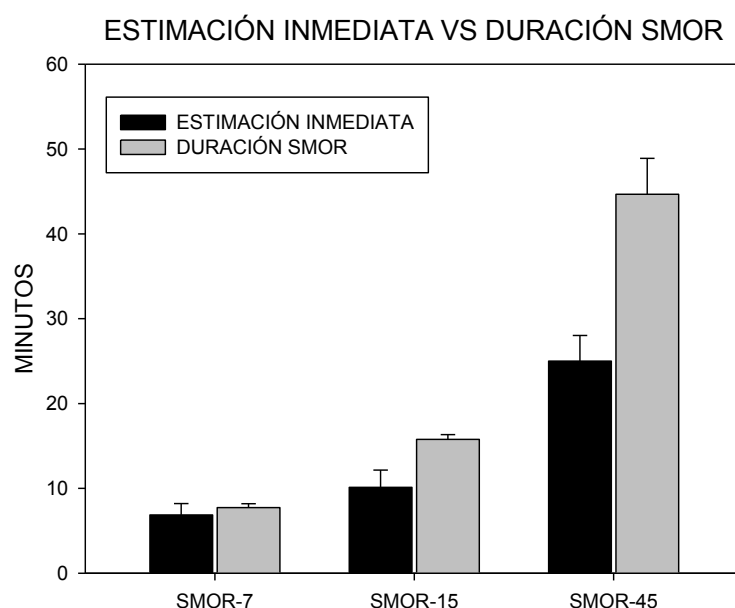
Figura 4.2. Trazo representativo de la actividad EEG, EOG y EMG. En el panel superior se puede observar el cambio de Fase 2 a SMOR, donde la actividad eléctrica del EEG se torna rápida y de bajo voltaje, el EOG muestra la aparición de movimientos oculares rápidos, y el EMG baja su amplitud considerablemente durante toda la Fase. Al final del panel inferior se observa el despertar experimental y el estado de vigilia donde se realizaron las estimaciones. Entre el panel superior y el inferior existe un lapso de 6 min de SMOR continuo.

4.3 ANÁLISIS DE LA ESTIMACIÓN SUBJETIVA DE LAS ENSOÑACIONES

La Tabla 4.3 muestra la media y la desviación estándar de la duración de los episodios de SMOR y los valores de la Estimación Inmediata. La media de la duración de SMOR-7 fue de 7.7 ± 1.3 min, mientras que la media de la Estimación Inmediata fue de 6.87 ± 3.75 min, estos valores no fueron estadísticamente diferentes. La duración media del SMOR-15 fue de 15.77 ± 1.58 min y la media de la Estimación Inmediata fue de 10.12 ± 5.74 min, estos valores tampoco presentaron diferencias significativas. Por último, a 3 sujetos, se les despertó en una tercera ocasión (SMOR-45), la duración media del SMOR para este despertar fue de 44.66 ± 12.11 min y su Estimación Inmediata fue de 25 ± 5 min, que de igual forma los valores no fueron significativamente distintos. La comparación de los tres episodios de SMOR y la Estimación Inmediata correspondiente se representa en la Grafica 4.1.

Tabla 4.3. Duración de SMOR y Estimación Inmediata. Medias, Desviaciones Estándar (DE), valor de t y Significancia (sig).

PERIODO SMOR	Duración SMOR Media (DE)	Estimación Inmediata Media (DE)	t (sig)
SMOR-7 (n=8)	7.72 (1.32)	6.87 (3.75)	-0.59 (0.57)
SMOR-15 (n=8)	15.77 (1.58)	10.12 (5.74)	-2.37 (0.54)
SMOR-45 (n=3)	44.66 (12.11)	25 (5)	-2.55 (0.12)



Grafica 4.1. Estimación Inmediata vs Duración SMOR. Se muestran los 3 despertares experimentales con las duraciones respectivas del SMOR y sus medias y errores estándar. En las barras negras se presenta la Estimación Inmediata y se compara con la duración del periodo de SMOR en las barras grises. En todos los despertares experimentales se observa una tendencia creciente de la Estimación Inmediata, conforme aumenta el tiempo de SMOR.

Se realizó un análisis de correlación incluyendo la Estimación Inmediata de los tres despertares y las duraciones de SMOR, se obtuvo una correlación estadísticamente significativa, alta y positiva entre ambas variables, como se muestra en la Tabla 4.4. Lo que indica un alto grado de relación entre ambas variables.

Tabla 4.4. Correlación entre duraciones de SMOR y Estimación Inmediata.

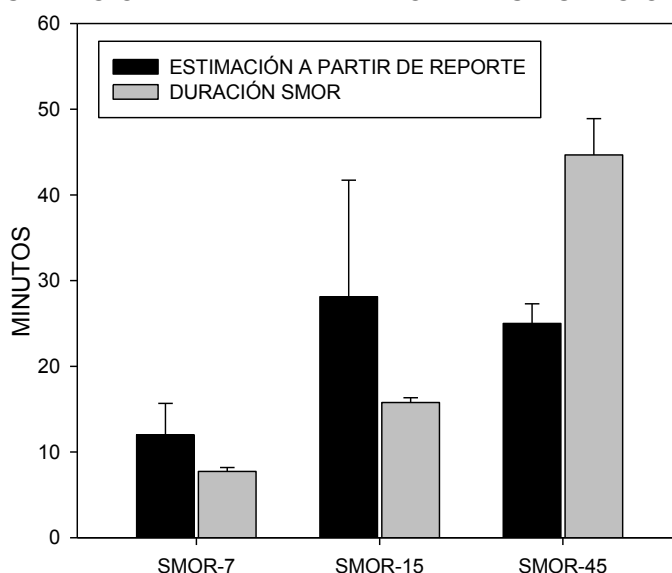
	Estimaciones (n=19)
Duraciones SMOR (n=19)	r= 0.744 (p=0.0002)

La Tabla 4.5 muestra la media y la desviación estándar de la duración de los episodios de SMOR y los valores de la Estimación a Partir de Reporte, la cual fue realizada posterior a la narración de la ensoñación. La media de la Estimación a Partir de Reporte para el SMOR-7 fue de 12 ± 10.40 min, comparado con la duración del SMOR-7 no hubo diferencias significativas. La media de la Estimación a Partir de Reporte fue de 28.14 ± 41.54 min para el SMOR-15, comparado con la duración SMOR-15 tampoco presentó diferencias significativas. Con respecto al episodio de SMOR-45, la media de la Estimación a Partir de Reporte fue de 25 ± 5 . La comparación de los tres episodios de SMOR y la Estimación a Partir de Reporte correspondiente se representa en la Grafica 4.2.

Tabla 4.5. Duración de SMOR y Estimación a Partir de Reporte. Medias, Desviaciones Estándar (DE), valor de t y Significancia (sig).

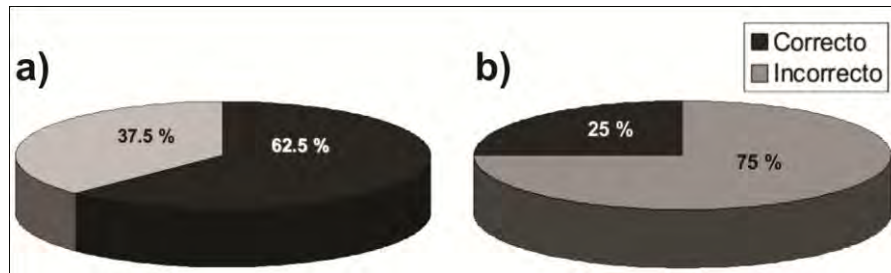
PERIODO SMOR	Duración SMOR Media (DE)	Estimación a Partir de Reporte Media (DE)	t (sig)
SMOR-7 (n=8)	7.72 (1.32)	12 (10.40)	1.12 (0.29)
SMOR-15 (n=8)	15.77 (1.58)	28.14 (41.54)	0.77 (0.46)
SMOR-45 (n=3)	44.66 (12.11)	25 (5)	--

ESTIMACIÓN A PARTIR DE REPORTE VS DURACIÓN SMOR



Grafica 4.2. Estimación a Partir de Reporte vs Duración SMOR. Se presentan los valores de la Estimación a Partir de Reporte (barras negras) y la duración de los periodos de SMOR (barras grises), los valores se expresan en minutos (media y error estándar). Nótese la tendencia de los sujetos a sobreestimar la duración posterior al reporte de ensoñación en los despertares experimentales: SMOR-7 y SMOR-15.

Con respecto a la estimación por Elección Forzada de dos duraciones (7 vs 15 min), se observó que para el SMOR-7, el 62 % acertó en la elección y sólo el 25 % de los sujetos acertaron en el SMOR-15. No se realizó la estimación por Elección Forzada para el SMOR-45 debido a que la duración éste SMOR fue más variable. La Gráfica 4.3 presenta el porcentaje de aciertos para la Estimación 3.



Gráfica 4.3. Porcentaje de aciertos en la estimación por Elección Forzada.
El panel a) ilustra las elecciones correspondientes a la estimación de la duración del SMOR-7. En el panel b) se muestran las estimaciones del SMOR-15.

Para la interpretación de los resultados de las estimaciones, es importante resaltar que los sujetos emitieron estimaciones en múltiplos de 5 min el 90 % para la Estimación Inmediata y el 84 % para la Estimación a Partir de Reporte.

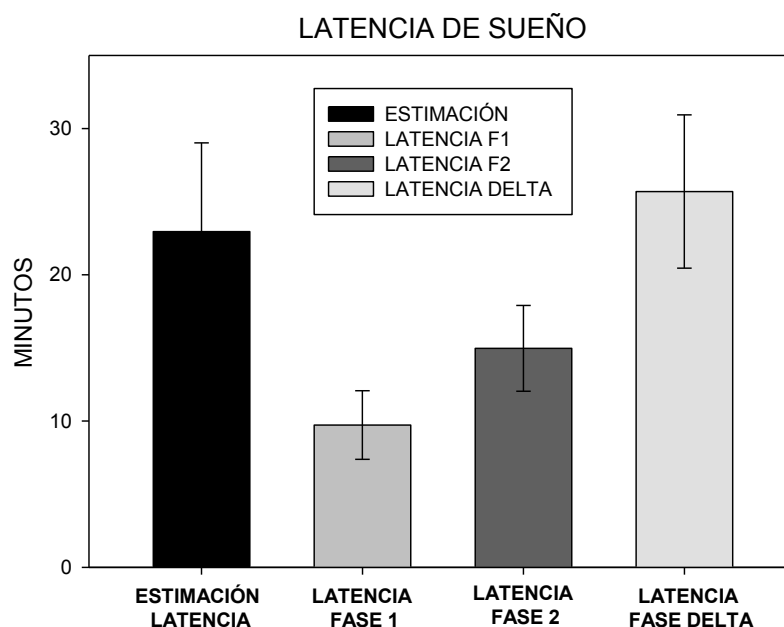
4.4 ESTIMACIÓN DE LA LATENCIA DE SUEÑO

Al promediar el total de los despertares realizados ($n=21$), se encontraron los resultados mostrados en la Tabla 4.6. La Latencia a Fase 1 fue definida como el tiempo transcurrido desde las “Buenas Noches” hasta el inicio del primer minuto continuo de Fase 1; la Latencia a Fase 2 se considera desde las “Buenas Noches” hasta el inicio de 5 minutos consecutivos de Fase 2; la Latencia a Fase Delta se considera desde las “Buenas Noches” hasta el inicio de la Fase Delta (sólo se incluyen los 8 datos del primer despertar ya que la mayoría de los sujetos no presentaron Fase Delta para el segundo despertar experimental).

Tabla 4.6. Latencia de Sueño Registrada (PSG) y Estimación: Media, Desviación Estándar, Rango en minutos y RET.

	Media			Desviación Estándar			Rango		
Estimación de la Latencia (min)	22.95			27.81			5 - 120		
	Fase 1	Fase 2	Fase Delta	Fase 1	Fase 2	Fase Delta	Fase 1	Fase 2	Fase Delta
Latencia registrada en PSG (min)	9.7	14.9	25.6	10.7	13.4	14.8	2.3 - 49.1	4.7 - 52.1	14.1 - 57.8
RET (estimación / registrada)	2.7	1.4	1.1	2.4	0.7	0.6	0.7 - 12.3	0.45 - 3.2	0.26 - 2.0

La Latencia de Sueño Estimada tuvo una media de 22.95 ± 27.81 min, al realizar un análisis de correlación con la Latencia a Fase 1 se obtuvo una correlación alta positiva ($r = 0.863$; $p < 0.001$). Al correlacionarla con la Latencia a Fase 2 se obtuvo una correlación alta positiva de mayor magnitud ($r = 0.896$; $p < 0.001$) comparada con la Latencia a Fase 1. Y al correlacionarla con los 8 datos de la Fase Delta se obtuvo la correlación más alta y de mayor magnitud ($r=0.981$; $p < 0.001$). En la Gráfica 4.4 se muestran la media de estos parámetros.



Gráfica 4.4. Latencia de Sueño. Se presenta la estimación de la Latencia de Sueño y Latencias reales a Fase 1, Fase 2 y Delta. Los valores se presentan como media y error estándar de 19 despertares experimentales. Cabe resaltar que la Latencia a Fase Delta presenta una correlación de mayor magnitud ($r=0.981$; $p < 0.001$) que la de las fases anteriores.

La Estimación de la Latencia de Sueño para el Despertar 3 (n=5) tuvo una media de 9 ± 2.23 min; la media de la Latencia de Sueño a Fase 1 fue de 6.4 ± 3.89 min y la media de la Latencia a Fase 2 tuvo una media de 8.62 ± 4.32 .

Los sujetos emitieron estimaciones para la Latencia de Sueño en múltiplos de 5 en el 100 % de los despertares. Las latencias de Sueño Registradas presentan duraciones que van desde 2.3 a 49 min.

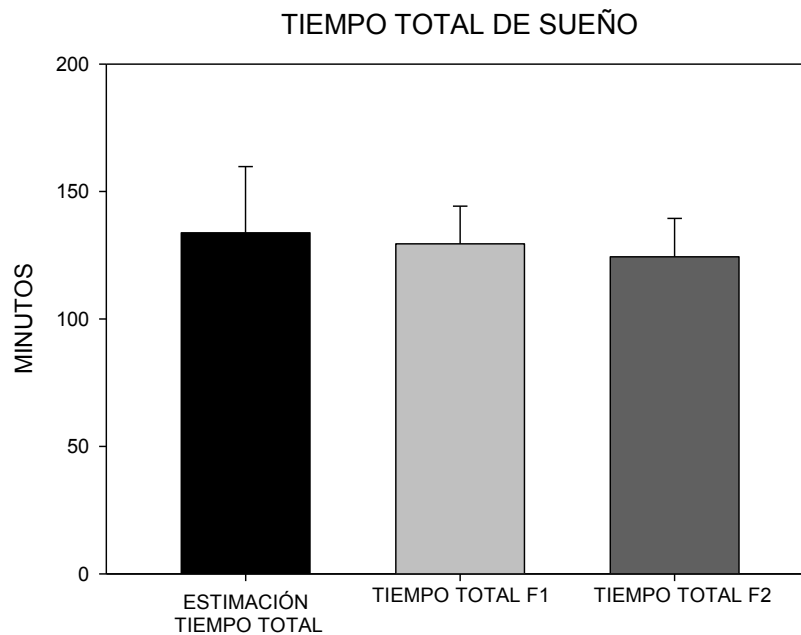
4.5 ESTIMACIÓN DEL TIEMPO TOTAL DE SUEÑO

Los resultados del Tiempo Total de Sueño se muestran en la Tabla 4.7. Se presentan dos valores para esta variable: el Tiempo Total de Sueño que incluye la Fase 1 hasta el despertar experimental; y el que sólo incluye el tiempo transcurrido desde el inicio de 5 minutos consecutivos de Fase 2 hasta el despertar experimental.

Tabla 4.7. Tiempo Total de Sueño Registrado (PSG) y Estimado: Media, Desviación Estándar, Rango en minutos y RET.

	Media		Desviación Estándar		Rango	
Estimación del Tiempo Total de Sueño (min)	133.80		119.01		30 - 510	
	Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2
Tiempo Total de Sueño en PSG (min)	129.44	124.36	67.74	129.44	35.9 - 249.9	33 - 246.3
RET (estimación / registrado)	0.99	1.05	0.53	0.55	0.35 - 2.23	0.35 - 2.28

Al promediar todos los despertares realizados (n=21), se encontró para el Tiempo Total de Sueño Estimado una media de 133.8 ± 119.01 min, así como correlaciones positivas con el Tiempo Total de Sueño incluyendo Fase 1 ($r = 0.757$; $p < 0.001$) y el Tiempo Total de Sueño incluyendo la Fase 2 ($r = 0.754$; $p < 0.001$). Las media de las estimaciones y la duración del Tiempo Total de Sueño se muestra en la Gráfica 4.5.



Gráfica 4.5. Tiempo Total de Sueño. La Estimación del Tiempo Total de Sueño en minutos (barra negra) comparada con la barra del Tiempo Total F1 y F2. Las barras grises representan la media y error estándar de la duración del Tiempo Total de Sueño incluyendo el tiempo de Fase 1 (barra gris claro) y en la barra de Tiempo Total F2 se excluye el tiempo de Fase 1, presentando el tiempo comprendido desde el inicio de los 5 min consecutivos de Fase 2 hasta el despertar experimental (barra gris oscuro).

Al igual que las estimaciones presentadas anteriormente, los sujetos refirieron estimaciones en múltiplos de 30 min en el 90 % de los despertares y refirieron 40 min el 10 % restante.

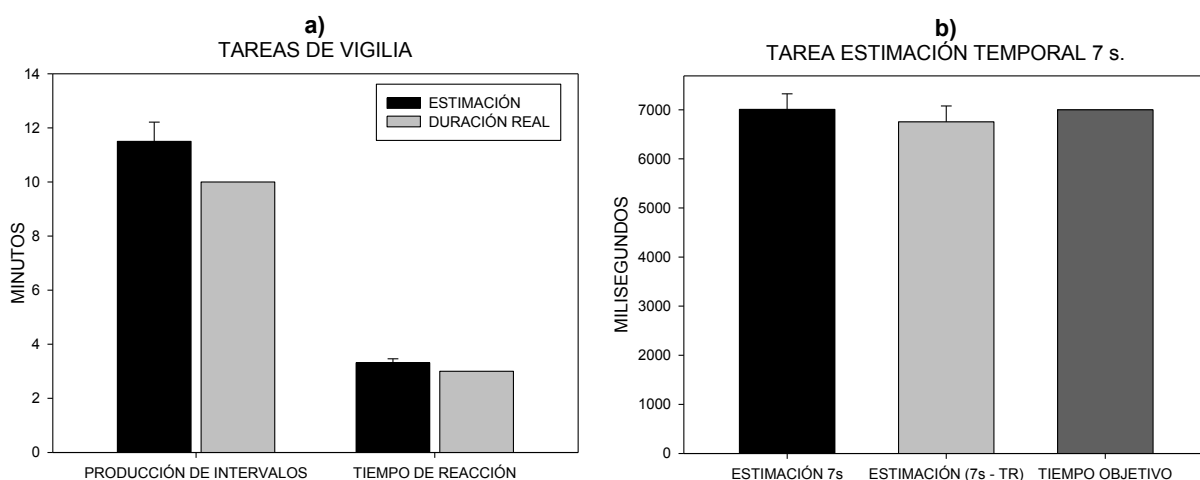
4.6 ESTIMACIÓN TEMPORAL DURANTE LA VIGILIA

La Tabla 4.8 muestra los resultados observados durante la tarea de estimación temporal durante la vigilia. La duración total de la Tarea de Producción de Intervalos de 7 s, fue de 10 min y los sujetos estimaron en promedio 11.5 ± 2.13 min; la Tarea de Tiempo de Reacción tuvo una duración de 3 min y los sujetos tuvieron una estimación promedio de 3.31 ± 0.45 min. En la Producción de Intervalos se observó una producción media de 7008.07 ± 949.23 ms y el Tiempo de Reacción (TR) promedio fue de 254.1 ± 26.36 ms. Restando el TR de la estimación de 7 s se obtiene un valor de la Estimación de Tiempo Puro, obteniendo un promedio de 6753.97 ± 969.71 ms como se muestra en la Gráfica 4.6. El total de estímulos para la Producción de Intervalos fue de 50 y 75 estímulos para el Tiempo de Reacción.

Tabla 4.8. Estimación Temporal Durante la Vigilia.

Tiempo Total de Producción de Intervalos, Tiempo Total de Tiempo de Reacción, Estimación 7 s, Tiempo de Reacción y Estimación de Tiempo Puro.

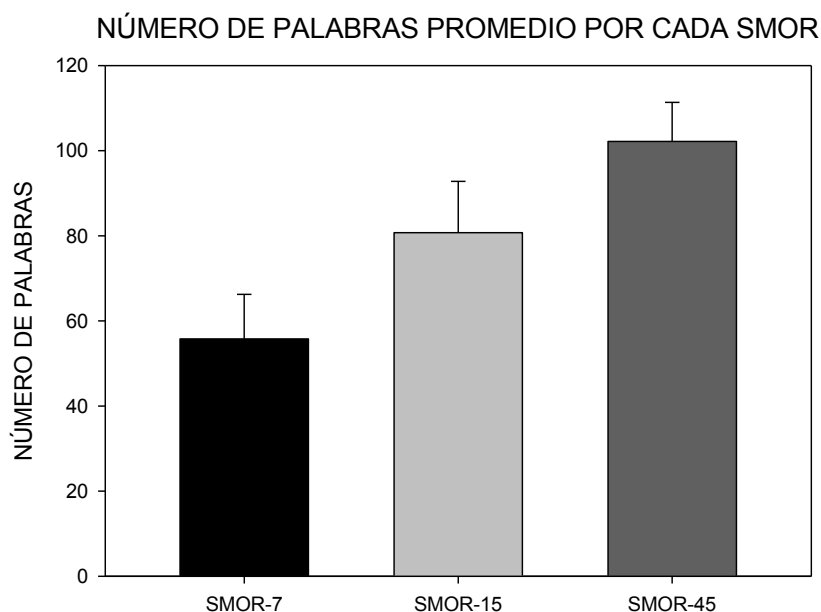
ESTIMACIÓN TIEMPO TOTAL (min) PRODUCCIÓN DE INTERVALOS Media (DE)	ESTIMACIÓN TIEMPO TOTAL (min) TIEMPO DE REACCIÓN Media (DE)	ESTIMACIÓN 7 s (ms) Media (DE)	TIEMPO DE REACCIÓN (ms) Media (DE)	ESTIMACIÓN DE TIEMPO PURO (7 s - TR) (ms) Media (DE)
11.5 (2.13)	3.31 (0.45)	7008.075 (949.23)	254.1 (26.36)	6753.97 (969.71)
Promedio de estímulos contestados		46.6	74.6	



Gráfica 4.6. Estimación Temporal Durante la Vigilia. a) Las barras presentan los valores medios y error estándar de la estimación de la Tarea de Producción de Intervalos y la Tarea de Tiempo de Reacción, comparadas con la duración real. b) Se presentan la media y error estándar de la Tarea de Estimación Temporal de 7 s, la barra negra representa la estimación bruta, la barra media representa la Estimación del Tiempo Puro (7 s - TR) y la barra de la derecha representa el tiempo objetivo (se pidió que estimaran 7 s).

4.7 ANÁLISIS DE LOS REPORTES DE ENSOÑACIÓN

El promedio del número de palabras para los 3 reportes de ensoñaciones obtenido fue de: 55.75 ± 29.65 para el SMOR-7, 80.71 ± 34.1 para el SMOR-15 y 102.16 ± 15.87 para el SMOR-45, representados en la Gráfica 4.7.



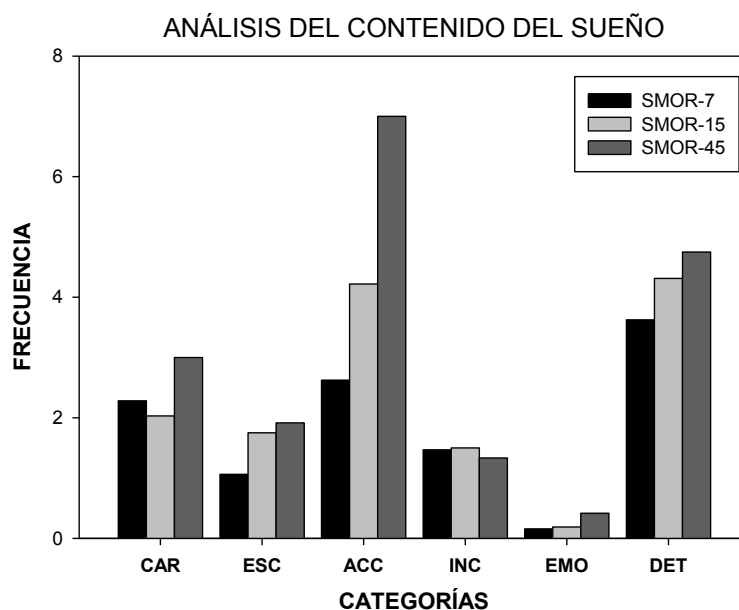
Grafica 4.7. Número de palabras promedio por cada SMOR. Se promedió el número de palabras de cada SMOR y se obtuvo el error estándar, dichos valores se muestran en la gráfica. Obsérvese la clara tendencia creciente del número de palabras conforme aumenta el tiempo de SMOR.

○ **ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE LA ENSOÑACIÓN**

La Tabla 4.9 muestra las medias y desviaciones estándar de las frecuencias de las distintas categorías en los reportes de ensoñación, calificadas por los 4 jueces. Al realizar el análisis del contenido del sueño en las diferentes categorías se encontró que los sujetos mostraron una tendencia a referir un mayor número de caracteres, escenarios, acciones, emociones y detalles conforme el tiempo de SMOR aumenta, como se puede observar en la Gráfica 4.8.

Tabla 4.9. Análisis de las categorías en el Reporte de Ensoñación.

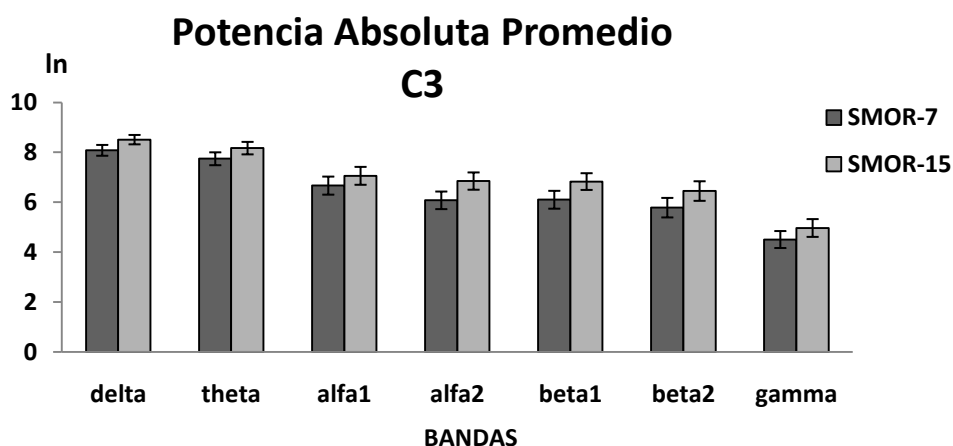
FRECUENCIA	SMOR-7 Media (DE)	SMOR-15 Media (DE)	SMOR-45 Media (DE)
PALABRAS	55.75 (29.65)	80.72 (34.1)	102.17 (15.88)
CARACTERES O PERSONAJES	2.28 (1.74)	2.03 (0.57)	3 (0.87)
AMBIENTES O ESCENARIOS	1.06 (0.55)	1.75 (0.67)	1.92 (0.14)
ACCIONES O EVENTOS	2.63 (1.59)	4.22 (1.59)	7 (2.46)
INCONGRUENCIAS	1.47 (1.34)	1.50 (1.21)	1.33 (0.38)
EMOCIONES O SENTIMIENTOS	0.16 (.35)	0.19 (0.29)	0.42 (0.52)
ESPECIFICACIONES O DETALLES	3.63 (2.85)	4.31 (1.62)	4.75 (2.05)



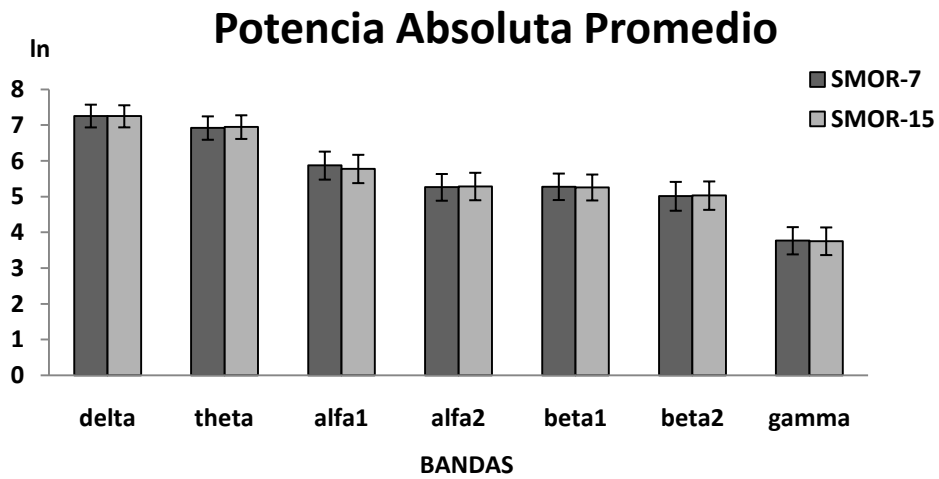
Grafica 4.8. Análisis de Contenido del Sueño. Se presentan los valores de la frecuencia promedio de cada una de las categorías analizadas. De izquierda a derecha se muestra el número de caracteres (CAR), escenarios (ESC), acciones (ACC), incongruencias (INC), emociones (EMO) y detalles (DET). Obsérvese el incremento en la frecuencia en cada una de las categorías dependiente del tiempo de SMOR, excepto en la categoría INC. Notablemente la categoría de ACC es la que presenta los aumentos más claros.

4.8 ANÁLISIS DE POTENCIA DE LA ACTIVIDAD EEG

Al realizar la comparación de la actividad cerebral del SMOR-7 y el SMOR-15 con prueba t de Student, no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las derivaciones colocadas en el EEG (Gráfica 4.9). Tampoco se observaron diferencias significativas en ninguna de las bandas de frecuencia analizadas (Gráfica 4.10).



Gráfica 4.9. Potencia Absoluta Promedio en C3. En esta gráfica se muestra como ejemplo, la media y el error estándar de la Potencia Absoluta Promedio registrada en la derivación C3. Se comparó la potencia absoluta del SMOR-7 y el SMOR-15 en logaritmos naturales (ln) por cada derivación y no se observan diferencias significativas en ninguna de las derivaciones.



Gráfica 4.10. Potencia Absoluta Promedio. En esta gráfica se muestra la media y el error estándar de la Potencia Absoluta Promedio de todas las derivaciones colocadas. No se observan diferencias significativas en ninguna de las bandas.

5. DISCUSIÓN

5.1 DURACIÓN SUBJETIVA DE LAS ENSOÑACIONES

En lo concerniente a la primera pregunta de investigación, que planteaba si existía relación entre la duración subjetiva de las ensoñaciones y la duración del episodio de SMOR asociado, los resultados obtenidos muestran que la Estimación Inmediata de la ensoñación de 7 min, en promedio, tiene un valor muy cercano a la duración del SMOR-7; por otro lado, la duración de las ensoñaciones provenientes de los SMOR-15 y SMOR-45 tienden a ser subestimadas, aunque es evidente que su duración subjetiva crece conforme el tiempo de SMOR aumenta. En la Estimación a Partir de Reporte se observa una sobreestimación de la duración subjetiva comparada con la duración del SMOR en los dos primeros despertares, esto posiblemente se deba a que los sujetos tendieron a completar los huecos temporales (producidos por las discontinuidades espaciotemporales) en la trama de la ensoñación. Hay que destacar el hecho de que los sujetos no tienen ningún tipo de conocimiento previo sobre la posible duración de las ensoñaciones. Las estimaciones realizadas en el primer despertar de la noche fueron dadas sin experiencia previa, en cambio la estimación por Elección Forzada pudo ser influida por la experiencia de los despertares anteriores y/o la respuesta al azar debida a la restricción que implica la elección forzada.

A pesar de no observarse una correspondencia exacta entre las estimaciones y las duraciones, el aumento en las duraciones subjetivas conforme aumenta el tiempo de SMOR es evidente y, al analizar todos los despertares, se observó una correlación alta y positiva entre ambas variables. Cabe señalar que los sujetos tendieron a estimar en múltiplos de 5 min (84.2 %), es por ello que un elevado porcentaje de las estimaciones cayeron en 5 y 10 min (81.2 %) para los dos primeros despertares. Es destacable la capacidad de los sujetos para estimar la duración de sus ensoñaciones, principalmente en los dos primeros despertares, aunque en el SMOR-45 tendieron a subestimar la duración, quizá debido a la amnesia que caracteriza las ensoñaciones y al SMOR (Gottesmann, 2008; Maquet, 2000) atribuida a la demodulación aminérgica durante ésta Fase de

sueño (Hobson y Stickgold, 1995; Solms, 2000 en Pace-Schott). Dicha amnesia pudo haber producido que los sujetos olvidaran los fragmentos iniciales de la ensoñación y reportaran duraciones basadas en el fragmento que tuvieron accesible (Dement y Kleitman, 1957; Stickgold et al., 1997; Schredl, 2005). Otra posibilidad es que los MT que ocurren normalmente durante el SMOR pueden causar un microdespertar que ocasiona un cambio en la trama o temática de la ensoñación, quedando olvidada la parte previa al MT.

También existieron otro tipo de variables que pudieron afectar la estimación: el estado de deficiencia cognitiva transitoria y desorientación descrito como “Inercia de Sueño” (Jewett et al., 1999; Wertz et al., 2006), que causa al sujeto dificultades al realizar tareas cognitivas complejas, en ese sentido Hobson y Stickgold (1995), mencionan que el tiempo de reacción se alarga, por ejemplo. La Inercia de Sueño puede influir en las estimaciones temporales de eventos ocurridos durante la ensoñación. Diferencias individuales en la memoria a corto plazo que pueden afectar el recuerdo de los eventos de la ensoñación (Rosenlicht et al., 1994) y deficiencias en la memoria de trabajo (Hobson y Pace-Schott, 2002); la hipoactividad relativa de las cortezas frontal y parietal durante el SMOR (Maquet, 2000) involucradas en la memoria de trabajo y el procesamiento de la información temporal, respectivamente (Onoe et al., 2001); adicionalmente, en esta etapa de sueño la regulación de la temperatura corporal es suprimida y tiende a igualar la temperatura ambiental (Reinoso-Suárez, 2001; Siegel, 2005a; 2005b), lo cual, se ha comprobado que influye la percepción del tiempo durante la vigilia, cuando la temperatura corporal disminuye se tiende a subestimar, y cuando la temperatura aumenta se tiende a sobreestimar la duración de intervalos (Campbell et al., 2001; Johannes et al., 1997; Pouthas y Perbal, 2004; Wearden y Penton-Voak, 1995), lo cual apoya los resultados obtenidos en este estudio, pues los sujetos tendieron a subestimar la duración de su ensoñación conforme el SMOR tenía mayor duración aunado a la respectiva disminución en la temperatura corporal.

Se sabe que las ensoñaciones y el SMOR presentan características psicológicas y fisiológicas particulares que, para los fines de esta investigación se deben resaltar, ya que pueden afectar la duración subjetiva de la ensoñación, por ejemplo:

- Existe inestabilidad en la orientación (Gottesmann, 2006; Hobson y Stickgold, 1995), que es necesaria para la correcta ubicación en tiempo y espacio, durante las ensoñaciones se halla cierto grado de desorientación.
- Progresión de eventos discontinua o al revés, cambios abruptos de escenario o contexto, ausencia de continuidad espaciotemporal, distorsión del tiempo cronológico (Corsi et al., 2003; Hobson y Stickgold, 1995; Moiseeva, 1975; Okuma, 1992; Schredl y Wittmann, 2004). Resulta obvio interpretar que estas características influyen de manera importante en la duración subjetiva de la ensoñación, por ejemplo, Block (1990) plantea que la duración recordada de un periodo de tiempo crece en función de la cantidad de cambios contextuales almacenados en la memoria al momento de realizar la estimación (Block, 1990 en Zakay, 1997), lo cual también parece aplicar para las ensoñaciones. Los resultados muestran que la Estimación 2 (que fue en base al reporte de ensoñación) tuvo un valor promedio doble al promedio de la Estimación 1, los sujetos pudieron haber unido los fragmentos discontinuos y, en algunos casos, rellenar las escenas cambiantes para dar una estimación mayor, basada en el tiempo que llevaría realizar las acciones o la progresión de eventos en vigilia.
- Con respecto a los MORs o sacadas que caracterizan al SMOR (Herman et al., 1983), existen investigaciones que relacionan las sacadas con la subestimación de intervalos cortos, indicando una compresión del tiempo percibido (Eagelman, 2009; Morrone et al., 2005). Lo cual apoya las observaciones realizadas en este estudio, la Estimación Inmediata en los despertares de 15 min o mayores tienden a ser subestimadas.

Contrariamente a lo que se pudiera inferir a partir de los datos anteriores, los sujetos tendieron a emitir la Estimación Inmediata con semejanza a la duración del periodo de SMOR asociado en los 3 despertares experimentales. Se observa que los intervalos mayores a 15 min de SMOR y la duración de la ensoñación asociada, tienden a subestimarse de un modo parecido al de la vigilia como lo reportan Lewis y Miall (2009), donde el valor de la reproducción de un intervalo de 16.7 min fue subestimado en un promedio de 35 %, es decir, reprodujeron 10.85 min. En el presente estudio se encontró que la duración promedio del SMOR-15

fue de 15.77 min y su Estimación Inmediata fue en promedio de 10.12 min. Ahora bien, si al valor de la duración real (15.77 min) se le sustrae el 35 %, se obtiene un valor de 10.25 min, el cual es muy cercano al valor de la Estimación Inmediata referido anteriormente (10.12 min). Ocurre algo muy similar para la Estimación Inmediata del SMOR-45. Los resultados indican que los sujetos estiman con rangos de error y varianzas equiparables a los de la vigilia, a pesar de encontrarse en un estado de conciencia distinto a la vigilia.

En general se puede afirmar que conforme aumenta la duración de los episodios de SMOR se observa un aumento en la duración subjetiva de la ensoñación correspondiente, sin importar el ciclo en que los sujetos fueron despertados, esto para los dos primeros despertares. La organización ultradiana de los ciclos de SOL-MOR estructura los periodos de modo que los primeros periodos de SMOR tienen una duración menor y conforme la noche avanza, presentan duraciones mayores; es por ello que no se pueden realizar despertares experimentales con periodos de SMOR mayores a 30 min en los primeros ciclos SOL-MOR del sueño nocturno.

En este aspecto se concluye que el tiempo de SMOR afecta la duración subjetiva de la ensoñación asociada. La duración subjetiva de eventos es de gran importancia en vigilia para diversos aspectos de la vida cotidiana, como se vio en el Capítulo 2, en la presente investigación se concluye que los sujetos estiman la duración de sus ensoñaciones de un modo similar a como lo hacen en vigilia (con intervalos equivalentes), además de hacerlo con una precisión destacada, a pesar de las diversas variables fisiológicas y psicológicas que pueden influir, afectando la precisión de la estimación de intervalos.

Los resultados apoyan la propuesta de la estimación temporal retrospectiva basada en memoria, ya que los sujetos hicieron juicios temporales retrospectivos basándose en los recuerdos de la ensoñación.

Las características electroencefalográficas del SMOR presentan semejanzas a las de la vigilia, quizá sea por ello que los sujetos sean capaces de estimar con cierta precisión la duración de la actividad cognitiva experimentada como ensoñaciones, asociadas a ésta fase de sueño. Para investigaciones posteriores se propone

realizar despertares experimentales con duraciones de SMOR pequeñas (1 min o menos) y duraciones mayores (25 min o más), además realizar despertares durante Fase 2 controlando su duración.

5.2 ESTIMACIÓN DE LA LATENCIA DE SUEÑO

Los resultados obtenidos sobre la Latencia de Sueño mostraron que los sujetos sobreestimaron la Latencia por más del doble comparada con la Latencia F1 como se ha reportado en investigaciones anteriores (Baker et al., 1999; Yang et al., 2010), aunque tuvo una correlación alta y positiva. Se sabe que la transición de la vigilia al sueño ocasiona amnesia anterógrada a estímulos presentados 10 min previos al Inicio del Sueño, cuando se despierta a los 10 min de iniciada la Fase 1 (Wyatt, et al., 1992, en Carskadon y Dement, 2005), en el presente estudio transcurrieron de 52 min a 4 h de sueño previos al despertar experimental, la amnesia anterógrada pudo ocasionar que los sujetos estimen en base a recuerdos incompletos y/o la situación novedosa que implica las condición experimental (cámara sonoamortiguada, electrodos fijados, etc.), dando como resultado una sobreestimación de la Latencia de Sueño. Es interesante mencionar que los sujetos tuvieron una mayor exactitud estimando la Latencia de Sueño para el tercer despertar.

Por otro lado, la Latencia a Fase 2 tuvo una correlación mayor comparada con la estimación que los sujetos reportaron, concuerda con que la Fase 1 es considerada como etapa de transición entre la vigilia y el sueño (Baker et al., 1999; Yang et al., 2010) y los sujetos perciben el Inicio del Sueño minutos después de que la Fase 2 se establece. La correlación más alta se estableció entre la Latencia Estimada y la Latencia a Fase Delta, coincidiendo con investigaciones previas (Figueredo et al., 2009).

Además el 95 % de las estimaciones para la Latencia de Sueño fueron dadas en múltiplos de 5 min, lo que sesga la comparación con las medidas objetivas.

5.3 ESTIMACIÓN DEL TIEMPO TOTAL DE SUEÑO

Los resultados mostraron que existe una correlación de mayor magnitud entre el Tiempo Total de Sueño F1 que el que sólo incluye la F2 con la Estimación del mismo, indicando que los sujetos incluyeron los minutos de Fase 1 en su estimación del Tiempo Total de Sueño.

En general, los sujetos sanos de este estudio, sobreestimaron ligeramente el tiempo que llevaron dormidos. Aritake et al. (2008), proponen que la desactivación cortical durante un periodo mayor de SOL puede contribuir a la sobreestimación del tiempo de sueño (Aritake et al., 2008).

La duración del Tiempo Total de Sueño presentó un rango de duraciones muy amplio (33 - 250 min), los sujetos tuvieron que estimar intervalos de diferentes duraciones y la comparación del promedio de estimación con el promedio de duración registrada, así como el promedio de RET, muestran que los sujetos estiman intervalos largos durante el sueño con precisión similar a la de vigilia, como se muestra en el estudio en vigilia de Campbell et al. (2001), es importante destacar que el promedio de RET presentó un valor muy cercano a 1, indicando que los sujetos, en promedio y homologando los periodos variables de Sueño Total, tienden a estimar con una precisión notable. Los sujetos pudieron haber puesto más atención en estimar el tiempo que llevan dormidos dadas las condiciones del registro y el participar en un estudio científico, además de que son sujetos jóvenes y presentan mayor precisión y menor variabilidad en sus estimaciones, aunque Moorcroft et al. (1997) proponen que los estudiantes de universidad no deberían ser usados para este tipo de experimentos ya que se encuentran privados de sueño y/o presentan retraso en la fase circadiana.

Estos resultados son relevantes dado que el sujeto durmiente se encuentra espacial y temporalmente aislado (privación sensorial) del mundo exterior durante el sueño (Okuma, 1992), y se sabe que la discriminación de intervalos depende de la nivel de atención o "arousal" del sujeto (Grondin, 2003). Adicionalmente, los factores cognitivos (como los requerimientos atencionales de las tareas), influyen importantemente las estimaciones de intervalos, es por ello que el "tiempo subjetivo" depende de interacciones complejas entre las condiciones que el

evento es percibido y el contexto en que la estimación es hecha (Zakay y Block, 1997), pero los sujetos de este estudio no percibieron eventos ni contextos dado que se encontraban dormidos.

Nótese que los sujetos en este estudio no tuvieron oportunidad de elegir la hora o el intervalo de tiempo para despertar y no refirieron capacidad de despertarse a una hora predeterminada sin claves externas como lo hicieron Moorcroft et al., en 1997, donde la motivación pudo ejercer una gran influencia en la capacidad para despertar a una hora predeterminada.

Uno de los factores que puede afectar el resultado es el criterio de precisión usado para calificar el desempeño de los sujetos, es decir, qué tan cercana debe ser la estimación para ser considerada acertada, o si el tiempo es subestimado o sobreestimado. En el caso de las personas que tienen la capacidad de despertarse sin claves externas se debe considerar exitoso el subestimar la hora ya que les permite despertarse antes y realizar las actividades planeadas previamente.

Probablemente una gran proporción de seres humanos posean la habilidad de despertarse sin ayuda de claves externas, ya que sólo en los últimos siglos se perfeccionaron los instrumentos para medir el tiempo y el acceso a ellos se generalizó. Esta capacidad ofrece cierta ventaja sobre los que no la poseen y probablemente fue favorecida durante la evolución humana, además no es necesario que su nivel de precisión sea alto para ser útil (Moorcroft et al., 1997).

Por otra parte, cuando las personas tienen que estimar intervalos de 10 segundos, por ejemplo, es muy probable que incrementen su precisión adoptando una estrategia analítica, como dividiendo el intervalo en partes más pequeñas (contando los segundos), como mencionan Grondin et al. (2004). Pero cuando el intervalo es más amplio (horas), es necesario dividir de un modo que se pueda adaptar la información temporal a intervalos conocidos. En el caso de la presente investigación se observó que los sujetos refirieron estimaciones en múltiplos de 30 min en el 90 % de los despertares y refirieron 40 min el 10 % restante, lo cual apoya la propuesta de Grondin et al., pero reduce la precisión de las estimaciones al compararlas con el Tiempo Total de Sueño Registrado.

Los resultados obtenidos en este estudio respecto a la estimación del Tiempo Total de Sueño, apoyan el modelo (SET) que propone un marcapasos y un contador de pulsos, dichos componentes parecen permanecer vigentes durante el sueño, ya que para los sujetos no existen estímulos sensoriales (motores, visuales, auditivos, etc.) que marquen una referencia temporal a la cual el sujeto pueda anclarse para hacer una estimación basada en ellos.

La estimación de la Latencia de Sueño y el Tiempo Total de Sueño son de central importancia en el diagnóstico y tratamiento del insomnio y trastornos de sueño relacionados (Vanable et al., 2002), una propuesta de la presente investigación es que deben entenderse los mecanismos y procesos de la estimación temporal en sujetos normales, ya que pueden influir en la estimación de la Latencia y/o el Tiempo Total de Sueño.

5.4 ANÁLISIS DE LOS REPORTES DE ENSOÑACIÓN

Los resultados presentados en este apartado corroboran la propuesta anterior, que sugiere que la duración subjetiva de las ensoñaciones depende de la duración del episodio de SMOR asociado. Se observó un incremento importante en el número de palabras conforme el tiempo de SMOR aumentó, a pesar de no encontrarse diferencias significativas.

En 5 de 6 categorías analizadas se presenta un aumento en la frecuencia de aparición calificada por los jueces en promedio, pero la categoría de "ACCIONES O EVENTOS" destaca por presentar el mayor incremento y por ser buen indicador de la duración subjetiva. La duración subjetiva de los intervalos crece conforme aumenta el número de eventos y acciones dentro del intervalo a estimar durante la vigilia (Zakay y Block, 1997). Según los datos obtenidos, esta característica parece seguir vigente para la estimación de la duración subjetiva de las ensoñaciones.

En los reportes de sueño pueden influir numerosas variables individuales, como la elocuencia, expresividad, creatividad y la introspección (Dement y Kleitman, 1957; Schredl, 1994, 1995), además los recuerdos del reporte de la ensoñación pueden

haber sido modificados en el proceso del despertar y puede reelaborarse o adornarse mientras se reporta verbalmente (Rosenlicht et al., 1994), pero el incremento observado en el número de palabras y la categoría de acciones o eventos indican que la ensoñación tuvo una duración mayor conforme el SMOR era más largo. Se observa que hay una relación directa entre la duración del SMOR y la cantidad de palabras referidas, así como la frecuencia de aparición de las categorías analizadas.

Para investigaciones posteriores en las que se analicen las categorías presentadas se recomienda controlar el tiempo de SMOR, ya que influye en la frecuencia de aparición en los reportes de ensoñación.

5.5 POTENCIA DE LA ACTIVIDAD EEG

Al comparar mediante la Transformada Rápida de Fourier la Potencia absoluta del SMOR-7 con el SMOR-15 no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las bandas analizadas. No aumentó ni disminuyó significativamente la Potencia Absoluta en las bandas de frecuencia, indicando que ambos periodos de SMOR presentan una actividad funcional equivalente para cada una de las bandas.

Tampoco se encontraron diferencias significativas entre el SMOR-7 y SMOR-15 en la Potencia Absoluta al comparar las derivaciones C3-A2, C4-A1, F3-P3, F4-P4, F4-O2, P3-O1, P4-O2, F3-F4, T3-T4, F8-Fp2, F7-Fp1, C3-FC3, C4-FC4, F4-Fp2, F3-Fp1, indicando que las regiones frontales (ejecutivas) y las regiones posteriores (implicadas en el procesamiento de información sensorial y funciones motoras, así como áreas de integración) presentaron actividad funcional semejante en ambos periodos de SMOR.

Ambos resultados demuestran que los aumentos en la duración percibida de las ensoñaciones, el incremento en el número de palabras y frecuencia de aparición de las categorías, son dependientes la duración del SMOR. Dichos incrementos no son atribuibles a cambios funcionales presentados en las bandas de frecuencia (implicadas en distintas actividades cognitivas, así como estados funcionales), ni cambios en la actividad de las zonas registradas (frontales y/o posteriores) (Corsi et al., 2003).

6. GLOSARIO DE ABREVIATURAS

- **ACC:** Acciones.
- **ACTH:** Adrenocorticotropina.
- **CAR:** Caracteres.
- **CPA:** Corteza Parietal de Asociación Inferoposterior.
- **CPFDL:** Corteza Prefrontal Dorsolateral.
- **cps:** Ciclos por segundo.
- **CV:** Coeficiente de Variación.
- **DE:** Desviación Estándar.
- **DET:** Detalles.
- **ECG:** Electrocardiograma.
- **EEG:** Electroencefalograma.
- **EIC:** Estimación de Intervalos Cortos.
- **EIL:** Estimación de Intervalos Largos.
- **EMG:** Electromiografía.
- **EMO:** Emociones.
- **EOG:** Electrooculografía.
- **EOG-D:** Electrooculograma Derecho.
- **EOG-I:** Electrooculograma Izquierdo.
- **ESC:** Escenarios.
- **F1:** Fase 1.
- **F2:** Fase 2.
- **F3:** Fase 3.
- **F4:** Fase 4.
- **fMRI:** Resonancia Magnética Funcional.
- **Hz:** Hertz.
- **INC:** Incongruencias.
- **LDT:** Núcleo Tegmental Laterodorsal.
- **LGN:** Núcleo Geniculado Lateral del Tálamo.
- **MOR:** Movimientos Oculares Rápidos.
- **ms:** Milisegundos.
- **MT:** Del inglés Movement Time (Movimiento).
- **NSQ:** Núcleo Supraquiasmático.
- **PET:** Tomografía por Emisión de Positrones.
- **PGO:** Espigas ponto-Genículo-Occipitales.
- **PPT:** Núcleo Tegmental Pedúnculo pontino.
- **PSG:** Polisomnografía.
- **REM:** Del inglés Rapid Eye Movements.
- **RET:** Razón de Estimación Temporal.
- **SD:** Sueño Diurno Arbitrario.
- **SET:** Scalar Expectancy Theory o Teoría de la Expectancia Escalar.
- **SFOL:** Sueño Fásico de Ondas Lentas.
- **sig:** Significancia.
- **SMOR:** Sueño con Movimientos Oculares Rápidos.
- **SMOR-15:** Periodo de Sueño MOR con una duración de 15 min.
- **SMOR-45:** Periodo de Sueño MOR con una duración de aprox. 45 min.
- **SMOR-7:** Periodo de Sueño MOR con una duración de 7 min.
- **SN:** Noche de Sueño habitual.
- **SOL:** Sueño de Ondas Lentas.
- **SRAA:** Sistema Reticular Activador Ascendente.
- **TEP:** Protocolo de Estimación Temporal.
- **TR:** Tiempo de Reacción.
- **VLPO:** Núcleo Ventrolateral Preóptico.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Aritake, S., Uchiyama, M., Tagaya, H., Suzuki, H., Kuriyama, K., Ozaki, A., Tan, X., Shibui, K., Kamei, Y., Okubo, Y. y Takahashi, K. (2004). Time estimation during nocturnal sleep in human subjects. *Neurosci Res*; 49 (4): 387-93.
2. Aritake-Okada, S., Uchiyama, M., Suzuki, H., Tagaya, H., Kuriyama, K., Matsuura, M., Takahashi, K., Higuchi, S. y Mishima, K. (2008). Time estimation during sleep relates to the amount of slow wave sleep in humans. *Neuroscience Research*; 63 (2): 115-121.
3. Aserinsky E. y Kleitman N. (1953). Regularly occurring periods of eye motility and concomitant phenomena during sleep. *Science*; 118: 273-274.
4. Avidan, A. y Zee, P. (2006). *Handbook of Sleep Medicine* (Apéndice K: Sleep-Stage Scoring). EUA: Lippincott Williams & Wilkins.
5. Ayala, F. y Mexicano, G. (2008). Filogenia del Sueño: de invertebrados a vertebrados. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*; Sup 2, 8 (1): 37-45.
6. Baker, F. C., Maloney, S. y Driver, H. S. (1999). A comparison of subjective estimates of sleep with objective polysomnographic data in healthy men and women. *Journal of Psychosomatic Research*; 47 (4): 335-41.
7. Balsam, P., Sanchez-Castillo, H., Taylor, C., Van Volkinburg, H. y Ward, R. D. (2009). Timing and anticipation: conceptual and methodological approaches. *The European Journal of Neuroscience*; 30(9):1749-55.
8. Block, R. A., Zakay, D y Hancock P.A. (1999). Developmental Changes in Human Duration Judgments: A Meta-Analytic Review. *Developmental Review*; 19 (1): 183-211.
9. Boring, E. G. (1942). *Sensation and perception in the history of experimental psychology* (p. 603). EUA: Appleton-Century-Crofts.
10. Born, J., Hansen, K., Marshall, L., Mölle, M. y Fehm, H. L. (1999). Timing the end of nocturnal sleep. *Nature*; 397 (6714): 29-30.
11. Breedlove, M., Rosenzweig, M. y Watson N. (2007). Biological Rhythms, Sleep and Dreaming. En Breedlove, M., Rosenzweig, M. y Watson N. *Biological Psychology: An Introduction to Behavioral, Cognitive and Clinical Neuroscience* (pp. 426 - 447). EUA: Sinauer Associates.
12. Broughton, R. y Mullington, J. (2005). Polysomnography: Principles and Applications in Sleep and Arousal Disorders. En Niedermeyer, E. y da Silva, F. (editores), *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields* (pp. 899-936). EUA: Lippincott Williams & Wilkins.
13. Burr, D. y Morrone, C. (2006). Time Perception: Space–Time in the Brain. *Current Biology*; 16(5):R171-3.
14. Calvo, J. M. (1995) El sueño REM y el sistema límbico: Aspectos biológicos de las ensoñaciones. En Velazquez Moctezuma, J. (Coordinador). *Temas Selectos de Neurociencias* (pp. 127-148). México: Universidad Autónoma Metropolitana.
15. Calvo, J. M., (1996). La neurobiología del sueño en animales experimentales y en el hombre. *Salud Mental*; 19 (3): 58-65.
16. Campbell, I. G. (2009). EEG Recording and Analysis for Sleep Research. Current Protocols in Neuroscience. CHAPTER: Unit 10.2.
17. Campbell S. S., Murphy P. J., y Boothroyd C. E. (2001). Long-term time estimation is influenced by circadian phase. *Physiology & Behavior*; 72 (4): 589-93.
18. Carskadon, M. y Dement, W. (2005). Normal Human Sleep: An Overview. En Kryger, M., Roth, T. y Dement, W. (Editores), *Principles and Practice of Sleep Medicine* (pp. 13-23). EUA: W. B. Saunders.
19. Carskadon, M. y Rechtschaffen, A. (2005). Monitoring and Staging Human Sleep. En Kryger, M., Roth, T. y Dement, W. (editores), *Principles and Practice of Sleep Medicine* (pp. 1359-1377). EUA: W. B. Saunders.
20. Cespuglio, R., Gomez, M.E., Faradji H.y Jouvet M., (1982). Alterations in the sleep-waking cycle induced by cooling of the locus coeruleus area. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*; 54 (5): 570-578.

21. Chase M. H., y Morales F. R. (1990). The atonia and myoclonia of active (REM) sleep. *Annual review of psychology*; 41: 557-584.
22. Cirelli, C. y Tononi, G. (2008). Is sleep essential? *PLoS Biology*. 6(8): e216.
23. Corsi Cabrera, M. (1983). *Psicofisiología del Sueño*. México: Trillas.
24. Corsi, M., Guevara, M. A. y del Río I. Y. (2008). Brain activity and temporal coupling related to eye movements during REM sleep: EEG and MEG results. *Brain Research*; 1235: 82-91.
25. Corsi, M., Guevara, M. A., Arce, C. y Ramos, J. (1996). Inter and intrahemispheric EEG correlation as a function of sleep cycles. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*; 20 (3): 387-405.
26. Corsi-Cabrera, M., Miró, E., del Río Portilla, Y., Pérez-Garci, E., Villanueva, Y. y Guevara, M.A. (2003). Rapid eye movement sleep dreaming is characterized by uncoupled EEG activity between frontal and perceptual cortical regions. *Brain and Cognition*; 51 (3): 337-345.
27. Crystal, J. D. (2006a). Long-interval timing is based on a self-sustaining endogenous oscillator. *Behavioural Processes*; 72 (2):149-60.
28. Crystal, J.D. (2007). The psychology of time. *Behav Processes*; 74(2):113.
29. Datta, S. (2006). Activation of phasic pontine-wave generator: A mechanism for sleep-dependent memory processing (Review). *Sleep and Biological Rhythms*; 80 (5): 727-737.
30. Datta, S., y MacLean, R. R., (2007). Neurobiological mechanisms for the regulation of mammalian sleep-wake behavior: Reinterpretation of historical evidence and inclusion of contemporary cellular and molecular evidence (Review). *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*; 31 (5): 775-824.
31. del Río, I. Y., Muñoz, Z., Guevara, M. A., Corsi, M. (2008). REM Sleep POST-EYE Movement Activation. *International Journal of Bioelectromagnetism*; 10 (4): 192-208.
32. Dell'Osso, L.F. y Daroff, R. B. (1999). Eye movement characteristics and recording techniques. En Glaser, J. (Editor), *Neuro-Ophthalmology* (pp. 181-194). EUA: Lippincot, Williams & Wilkins.
33. Doniger, W. y Bulkley, K. (1993). Why Study Dreams? A Religious Studies Perspective. *Dreaming*; 3 (1): 69-74.
34. Droit-Volet, S. y Meck, W. H. (2007). How emotions colour our perception of time. *Trends in Cognitive Sciences*. 11 (12): 504-513.
35. Egelman, D. M. y Pariyadath, P. (2009). Is subjective duration a signature of coding efficiency? *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*; 364 (1525): 1841-1851.
36. Eagleman, D.M., Tse, P.U., Buonomano, D., Janssen, P., Nobre, A.C., Holcombe, A.O. (2005). Time and the brain: how subjective time relates to neural time. *J Neurosci*; 25 (45): 10369-71.
37. Eiser, A. S., (2005). Physiology and psychology of dreams. *Seminars in Neurology*; 25 (1): 97-105.
38. Erlacher, D. y Schredl, M. (2004). Time Required for Motor Activity in Lucid Dreams. *Perceptual and Motor Skills*; 99 (3 Pt 2): 1239-1242.
39. Evans, V. (2005). *The Structure of Time: Language, meaning and temporal cognition* (pp. 41-43). EUA: John Benjamins Publishing Company.
40. Fernández-Guardiola (1984). El Sentido del Tiempo o el Tiempo Subjetivo. *Salud Mental*; 7 (2): 30-40.
41. Fernández-Guardiola, A. y Calvo, J.M. (1998). Sueño y Vigilia. En Muñoz-Martínez, J., García, X. (editores), *Fisiología. Células, órganos y sistemas. Sistema Nervioso* (pp. 301-310). México: SS, UNAM, CINVESTAV, IMSS, SNF y FCE, Ediciones Científicas Universitarias. Tomo V. Cap. 16.
42. Fernández-Guardiola, A., Jurado, J. y Aguilar-Jimenez, E. (1984). Evaluation of the attention and sleepiness states by means of a psychophysiological test of reaction time and time estimate in man: effects of psychotropic drugs. *Current Therapeutic Research*; 6: 1000-1009.

43. Ferrandez, A. M., Hugueville, L., Lehéricy, S., Poline, J. B., Marsault C. y Pouthas, V. (2003). Basal ganglia and supplementary motor area subsecond duration perception: an fMRI study. *Neuroimage*; 19(4):1532-44.
44. Fernández, J., Lozano B., Seijo, F., Santamarta, E., Ramos-Platón M. J., Vela-Bueno, A., Fernández, F. (2009). Evidence of Subthalamic PGO-like Waves During REM Sleep in Humans: A Deep Brain Polysomnographic Study. *Sleep*; 1; 32(9): 1117-26.
45. Figueredo, P., del Río-Portilla, Y., Sánchez, J. I., Pérez, A. y Corsi, M. A. (2009). La actividad Alfa frontal en insomnes primarios con dificultad para iniciar el sueño. *Salud Mental*; 32: 59-67.
46. Fosse, R., Stickgold, R. y Hobson, J. A. (2002). Emotional experience during rapid-eye-movement sleep in narcolepsy. *Sleep*; 25 (7): 724-32.
47. Gibbon, T., Malapani, C., Dale, C. L. y Galliste, C.R. (1997). Toward a neurobiology of temporal cognition: advances and challenges. *Current Opinion in Neurobiology*; 7 (2): 170-184.
48. Gottesmann, C. (2006). The dreaming sleep stage: a new neurobiological model of schizophrenia? *Neuroscience*; 140(4):1105-15.
49. Gottesmann, C. (2008). Noradrenaline involvement in basic and higher integrated REM sleep processes. *Progress in Neurobiology*; 85 (3): 237-272.
50. Gottesmann, C. y Gottesmann, I. (2007). The neurobiological characteristics of rapid eye movement (REM) sleep are candidate endophenotypes of depression, schizophrenia, mental retardation and dementia. *Progress in Neurobiology*; 81 (4): 237-250.
51. Grondin, S., Meilleur-Wells, G., Ouellette, C. y Macar, F. (1998). Sensory effects on judgments of short time-intervals. *Psychol Res*; 61 (4): 261-8.
52. Grondin, S., Ouellet, B. y Roussel, M. (2004). Benefits and Limits of Explicit Counting for Discriminating Temporal Intervals. *Canadian Journal of Experimental Psychology*; 58 (1): 1-12.
53. Grondin, S. y Plourde, M. (2006). Judging multi-minute intervals retrospectively. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*; 60 (9): 1303-1312.
54. Gruen, I., Martínez, A., Cruz-Olloa, C., Aranday, F., y Calvo, J. M. (1997). Características de los fenómenos emocionales en las ensoñaciones de pacientes con epilepsia del lóbulo temporal. *Salud Mental*; 20 (1): 8-15.
55. Guevara, M.A., Sanz-Martín, A., Hernández-González, M., Ramos-Loyo, J. (2004). ESTIMVIS: Un sistema computarizado para estimulación visual. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*; 25 (1): 52-59.
56. Herman, J. H., Erman, M., Boys, R., Peiser, L., Taylor, M. E. y Roffwarg, H. P. (1984) *Evidence for a directional correspondence between eye movements and dream imagery in REM sleep.* *Sleep*; 7 (1): 52-63.
57. Herman, J., Barker, D., y Roffwarg (1983). Similarity of Eye Movement Characteristics in REM Sleep and the Awake State. *Psychophysiology*; 20 (5); 537-543.
58. Hinton, S. C. y Meck, W. H. (1997). The 'internal clocks' of circadian and interval timing. *Endeavour*; 21 (2): 82-87.
59. Ho, M. Y., Velázquez-Martínez, D.N., Bradshaw, C.M. y Szabadi, E. (2002). 5-Hydroxytryptamine and interval timing behaviour. *Pharmacol Biochem Behav*; 71 (4): 773-85.
60. Hobson, J. A. (1994). *El Cerebro Soñador*. México: Fondo de Cultura Económica.
61. Hobson, J. A. y Pace-Schott, E. F. (2002). The cognitive neuroscience of sleep: neuronal systems, consciousness and learning (Review). *Nature Reviews Neuroscience*. 3 (9): 679-93.
62. Hobson, J.A. and Stickgold, R. (1995). The conscious state paradigm: A neurocognitive approach to waking, sleeping, and dreaming. En Gazzaniga, M.S. (Editor), *The Cognitive Neurosciences*. EUA: MIT Press.
63. Jewett, M. E., Wyatt, J. K., Ritz-De Cecco, A., Khalsa, S. B., Dijk D. J., Czeisler, C. A. (1999). Time course of sleep inertia dissipation in human performance and alertness. *Journal of Sleep Research*; 8(1):1-8.

64. Johannes, S., Kube, C., Wieringa, B.M., Matzke, M., Münte T.F. (1997). Brain potentials and time estimation in humans; *Neurosci Lett.* 231 (2): 63-66.
65. Jones, S., Pfister-Genskow, M., Benca, R. y Cirelli, C. (2008). Molecular correlates of sleep and wakefulness in the brain of the white-crowned sparrow. *Journal of Neurochemistry*; 105 (1); 46-62.
66. Jouvet, M. (1998). *El Sueño y los Sueños*. México: Fondo de Cultura Económica.
67. Kavanau, J. L. (2002) REM and NREM sleep as natural accompaniments of the evolution of warm-bloodedness (Review). *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*; 26 (8): 889-906.
68. Khan, A., Sharma, N. K. y Dixit, S. (2006). Effect of Cognitive Load and Paradigm on Time Perception. *Journal of the Indian Academy of Applied Psychology*; 32 (1): 37-42.
69. Kolb, B. y Wishaw, I. Q. (2005). *An Introduction to Brain and Behavior*, Second Edition (pp. 438-481). EUA: Worth Publishers.
70. Kuriyama, K., Uchiyama, M., Suzuki, H., Tagaya, H., Ozaki, A., Aritake, S., Kamei, Y., Nishikawa, T. y Takahashi, K. (2003). Circadian fluctuation of time perception in healthy human subjects. *Neuroscience Research*; 46 (1): 23-31.
71. Le Dantec, C., Gontier, E., Paul, I., Charvin, H., Bernard, C., Lalonde, R. y Rebaï, M. (2007). ERPs associated with visual duration discriminations in prefrontal and parietal cortex. *Acta Psychologica*; 125 (1): 85-98.
72. Lee-Chiong, T. (2006). *Sleep: A Comprehensive Handbook* (pp. 1-30). EUA: Wiley-Liss.
73. Lewis, P. A. y Miall, R. C. (2006). Remembering the time: a continuous clock. *Trends Cogn Sci*; 10 (9): 401-6.
74. Lewis, P. A. y Miall, R. C. (2009). The precision of temporal judgement: milliseconds, many minutes and beyond. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*; 364 (1525): 1897-1905.
75. Lim, A. S., Lozano, A. M., Moro, E., Hamani, C., Hutchison W. D., Dostrovsky, J. O., Lang, A. E., Wennberg, R. A., y Murray, B. J. (2007). Characterization of REM-sleep associated ponto-geniculo-occipital waves in the human pons. *Sleep*; 30 (7): 823-827.
76. Llinás, R. R., Steriade, M., (2006). Bursting of thalamic neurons and states of vigilance. *Journal of Neurophysiology*; 95 (6): 3297–3308. En Datta, S., y MacLean, R. R., (2007). Neurobiological mechanisms for the regulation of mammalian sleep–wake behavior: Reinterpretation of historical evidence and inclusion of contemporary cellular and molecular evidence (Review). *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*; 31 (5): 775-824.
77. Lu, J., Sherman, D., Devor, M. y Saper C. B., (2006). A putative flip-flop switch for control of REM sleep. *Nature*; 441 (7093): 589-94.
78. Maquet, P. (2000). Functional neuroimaging of normal human sleep by positron emission tomography. *Journal of Sleep Research*; 9 (3): 207-31.
79. Markov, D. y Goldman, M. (2006). Normal sleep and circadian rhythms: neurobiologic mechanisms underlying sleep and wakefulness. *The Psychiatric Clinics of North America*; 29 (4): 841-53.
80. Marks, G. A., Shaffery, J. P., Oksenberg, A., Speciale, S. G. , Roffwarg, H. P., (1995). A functional role for REM sleep in brain maturation. *Behavioural Brain Research*; 69 (1-2): 1–11.
81. Matell, M. S. y Meck, W. H. (2000). Neuropsychological mechanisms of interval timing behavior. *Bioessays*; 22 (1): 94-103.
82. Matell, M.S. y Meck, W.H. (2004). Cortico-striatal circuits and interval timing: coincidence detection of oscillatory processes. *Cogn Brain Res*; 21 (2): 139-70.
83. Meck, W. A., (2003) *Functional and Neural Mechanisms of Interval Timing* (pp. xvii; 62-64). EUA. CRC Press.
84. Mignot, E. (2008). Why We Sleep: The Temporal Organization of Recovery. *PLoS Biology*; 6 (4): e106.

85. Moiseeva, N.I. (1975). The characteristics of EEG activity and the subjective estimation of time during dreams of different structure. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*; 38 (6): 569-77.
86. Moorcroft, W.H., Kayser, K.H., Griggs, A.J. (1997) Subjective and objective confirmation of the ability to self-awaken at a self-predetermined time without using external means. *Sleep*; 20 (1): 40-5.
87. Morrison, A. R. (2008). Ponto-geniculo-occipital waves and alerting (pp. 69-70). En Velluti, R. (2008). *The Auditory System in Sleep*. EUA: Academic Press.
88. Morrone, M., Ross, J., Burr, D. (2005). Saccadic eye movements cause compression of time as well as space. *Nature Neuroscience*; 8 (7): 950-954.
89. Nelson, J. P., McCarley, R. W. y Hobson, J. A. (1983) REM sleep burst neurons, PGO waves, and eye movement information. *J Neurophysiology*, 50: 784-797.
90. Okuma, T. (1992). On the psychophysiology of dreaming: a sensory image--free association hypothesis of the dream process. *The Japanese journal of psychiatry and neurology*, 46 (1): 7-22.
91. Onoe, H., Komori, M., Onoe, K., Takechi, H., Tsukada, H. y Watanabe, Y. (2001). Cortical networks recruited for time perception: a monkey positron emission tomography (PET) study. *Neuroimage*; 13 (1): 37-45.
92. Pace-Schott, E. F. y Hobson, J. A. (2002). The neurobiology of sleep: genetics, cellular physiology and subcortical networks (Review). *Nature Reviews Neuroscience*. 3 (8): 591-605.
93. Pfeuty, M., Ragot, R. y Pouthas, V. (2008). Brain activity during interval timing depends on sensory structure. *Brain Research*; 1204: 112-117.
94. Pivik, R. T. (2000). Sleep and Dreaming. En Cacioppo, J. T., Tassinari L. G., Berntson, G. G. *Handbook of Psychophysiology* (pp. 687-716). EUA: Cambridge University Press.
95. Pouthas, V. y Perbal, S. (2004). Time perception depends on accurate clock mechanisms as well as unimpaired attention and memory processes. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*; 64 (3): 367-85.
96. Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A. S., McNamara, J. O. y Leonard E. White (Editores) (2004). Cap. 27: Sleep and Wakefulness. *Neuroscience* (pp. 659-685). EUA: Sinauer Associates.
97. Rechtschaffen A y Kales A. (1968). *A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects*. (1a ed.) EUA: Washington, D.C.: Public Health Service, U.S. Government Printing Office.
98. Rechtschaffen, A. y Siegel, J. (2000). Sleep and Dreaming. En Kandel, E., Schwartz, J. y Jessel, T. (Editores), *Principles of Neuroscience* (pp. 936-947). New York: McGraw-Hill.
99. Reinoso-Suárez, F., de Andrés, I., Rodrigo-Angulo, M. L. y Garzón, M. (2001). Brain structures and mechanisms involved in the generation of REM sleep. *Sleep Medicine Reviews*; 5 (1): 63-77.
100. Rivera, A. P., Salado, I., Corsi, M. y Calvo, J. M. (2010). Facial muscle activation during sleep and its relation to the rapid eye movements of REM sleep. *Journal of Sleep Research*. (en prensa).
101. Rosenlicht, N., Maloney, T. y Feinberg, I. (1994). Dream report length is more dependent on arousal level than prior REM duration. *Brain Research Bulletin*; 34 (2): 99-101.
102. Rosenthal, M. (1998) Physiology and Neurochemistry of Sleep. *American Journal of Pharmaceutical Education*; 62: 204-208.
103. Rovee-Collier, C. (1995). Time window in cognitive development. *Developmental Psychology*, 31 (2): 147-169.
104. Rowan, J. y Tolunsky, E. (2004). *Conceptos Básicos de EEG con mini-atlas* (pp. 25-30). España: Elsevier.
105. Salado, I., Rivera-García A. P., Cruz-Aguilar, M. A. y Calvo J. M. (2008). Inhibitory effect of state independent ponto-geniculo-occipital waves on seizure occurrence

- induced by local application of penicillin into the temporal lobe amygdala. *Progress in Neuro-psychopharmacology & Biological Psychiatry*, 32 (7): 1688-1697.
106. Sánchez Romero J. I. (2009) Análisis de la actividad eléctrica cerebral del insomne y normal, durante una tarea de estimación de tiempo. Tesis de licenciatura. Facultad de Psicología, UNAM. México. D.F.
 107. Schiffman, H. R. (2000). *Sensation and Perception; An Integrated Approach*; Capítulo 19: Perception of Time (pp. 491-501). EUA: John Wiley & Sons.
 108. Schiffman, H. R. (1989). La Percepción del Tiempo. En Schiffman, H. R. *Sensación y percepción: un enfoque integrador* (pp. 385-395). México: Manual Moderno.
 109. Schredl, M. (1994). Dream length and creativity: an opposite finding. *Perceptual and Motor Skills*; 78 (3 Pt 2): 1297-1298.
 110. Schredl, M. (1995). Creativity and Dream Recall. *Journal of Creative Behavior*, 29 (1): 16-24.
 111. Schredl, M. (2000). Body-mind interaction: dream content and REM sleep physiology. *North American Journal of Psychology*, 2: 59-70.
 112. Schredl, M. y Wittmann, L. (2005). Dreaming: a psychological view. *Schweiz Archives of Neurology and Psychiatry*, 156: 484-492.
 113. Schubotz R. I., Friederici A. D. y von Cramon D. Y. (2000). Time Perception and Motor Timing: A Common Cortical and Subcortical Basis Revealed by fMRI. *NeuroImage*; 11 (1): 1-12.
 114. Schulz, H. (2008). Rethinking Sleep Analysis. Comment on the AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events. *Journal of Clinical Sleep Medicine*; 4 (2): 99-103.
 115. Siegel, J. M. (2004). Sleep Phylogeny: Clues to the Evolution and Function of Sleep. En Luppi P. H., (Editor). *Sleep: circuits and functions* (pp. 163-176). EUA: CRC Press; Boca Ranton.
 116. Siegel, J. M. (2005a) Clues to the functions of mammalian sleep (Review). *Nature*; 437 (7063): 1264-71.
 117. Siegel, J. M. (2005b). REM Sleep. En Kryger, M. H., Roth, T., y Dement, W. C. (Editores). *Principles and Practice of Sleep Medicine*, 4th Edition (pp. 120-135). EUA: W.B. Saunders Company.
 118. Siegel, J. M. (2009). The neurobiology of sleep. *Seminars in Neurology*; 29(4): 277-296.
 119. Silber M. H., Ancoli-Israel S., Bonnet M. H., Chokroverty S., Grigg-Damberger M. M., Hirshkowitz M., Kapen S., Keenan S. A., Kryger M. H., Penzel T., Pressman M. R., Iber C. (2007). The Visual Scoring of Sleep in Adults. *Journal of Clinical Sleep Medicine*; 3 (2): 121-131.
 120. Solms, M. (2000). Dreaming and REM sleep are controlled by different brain mechanisms (pp. 51-58). En Pace-Schott, E. F., Solms, M., Blagrove, M. y Harnad, S. (2003). *Sleep and Dreaming: Scientific Advances and Reconsiderations*. EUA: Cambridge University Press.
 121. Staunton, H. (2005). Mammalian Sleep (Review). *Naturwissenschaften*; 92 (5): 203-220.
 122. Steriade M., (2005). Cellular Substrates of Brain Rhythms. En Niedermeyer, E. y da Silva, F. L. (2005). *Electroencephalography*, 5th Edition (pp. 31-83). EUA: Lippincott Williams & Wilkins.
 123. Steriade, M. (2004) Sleep and Neuronal Plasticity: Cellular Mechanisms of Corticothalamic Oscillations. En Luppi P. H., (Editor). *Sleep: circuits and functions* (pp. 1-24). EUA: CRC Press; Boca Ranton.
 124. Steriade, M., Pare, D., Datta, S., Oakson, G., Curro Dossi, R. (1990). Different cellular types in mesopontine cholinergic nuclei related to ponto-geniculo-occipital waves. *J Neurosci*; 10 (8): 2560-2579.
 125. Stickgold, R., Pace-Schott, E. F. y Hobson J. A. (1997). Subjective estimates of dream duration and dream recall process. *Sleep Research*; 26: 279. (Póster).

126. Stickgold, R., Pace-Schott, E. y Hobson, J. A. (1994). A new paradigm for dream research: mentation reports following spontaneous arousal from REM and NREM sleep recorded in a home-setting. *Consciousness and Cognition*; 3 (1):16-29.
127. Takahara, M., Kanayama, S. y Hori, T. (2009). Co-occurrence of sawtooth waves and rapid eye movements during REM sleep. *International Journal of Bioelectromagnetism*; 11 (3): 144-148.
128. Tobler, I. (1995). Is sleep fundamentally different between mammalian species? En Maquet, P., Smith, C. y Stickgold, R. (Editores) (2003). *Sleep and Brain Plasticity*. EUA: Oxford University Press.
129. Vanable, P. A., Aikens, J. E., Tadimeti, L., Caruana-Montaldo, B., Mendelson, W. B. (2002). Sleep latency and duration estimates among sleep disorder patients: variability as a function of sleep disorder diagnosis, sleep history, and psychological characteristics. *Progress in Neurobiology*; 23 (1): 71-79.
130. Vassalli, A. y Dijk, D. J., (2009). Sleep function: current questions and new approaches. *European Journal of Neuroscience*; 29 (9): 1830-41.
131. Velluti, R. (2007). *The Auditory System in Sleep*. EUA: Academic Press.
132. Volz, H. P., Nenadic, I., Gaser, C., Rammsayer, T., Häger, F. y Sauer, H. (2001). Time estimation in schizophrenia: an fMRI study at adjusted levels of difficulty. *NeuroReport*; 12 (2): 313-316.
133. Wamsley, E. J. y Antrobus, J. (2005). A new beginning for empirical dream research (Review of the book *The Scientific Study of Dreams*). *American Journal of Psychology*; 119 (1): 129-135.
134. Wearden, J., Penton-Voak, I. (1995). Feeling the Heat: Body Temperature and the Rate of Subjective Time. *Q J Exp Psychol.*, B 48 (2): 129-41.
135. Wertz, A. T., Ronda, J. M., Czeisler C. A. y Wright K. P. Jr. (2006). Effects of sleep inertia on cognition. *JAMA*; 295 (2): 163-164.
136. Williams, R. L., Karakan, I. y Hirsch, C., EEG of Human Sleep (1974). EUA: John Wiley and Sons. En Corsi (1983). *Psicofisiología del sueño* (pp. 148-155). México: Trillas.
137. Windt, J M. y Metzinger, T. (2007). The Philosophy of Dreaming and Self-Consciousness: What Happens to the Experiential Subject during the Dream State? En Barrett, D. y McNamara, P. (Editores). *The New Science of Dreaming*. EUA: Estport, CT; Praeger Imprint/Greenwood Publishers.
138. Yang, C. M., Han, H. Y., Yang, M. H., Su, W. C. y Lane, T. (2010). What subjective experiences determine the perception of falling asleep during sleep onset period? *Consciousness and Cognition* (En prensa).
139. Zakay, D. (1990). The Elusive Art Of Subjective Time Measurement: Some Methodological Dilemmas. En Block, R. A. (Editor) *Cognitive models of psychological time* (pp. 59-68). EUA: Lawrence Erlbaum Associates.
140. Zakay, D. y Block, R. A. (1997). Temporal Cognition. *Current Directions in Psychological Science*; 6 (1): 12-16.
141. Zakay, D., Block, R. A., y Tsal, Y. (1999). Prospective duration estimation and performance. En Gopher, D. y Koriat, A (Editores), *Attention and Performance XVII: Cognitive Regulation of performance: Interaction of theory and application* (pp. 557-580). Inglaterra: Cambridge, MA: The MIT Press.