

Enero-Febrero  
Volumen 16, Año 2015 Número 1

# Revista Mexicana de **Neurociencia**

Publicación oficial de la Academia Mexicana de Neurología A.C.

Revista Mexicana de Neurociencia 2015; 16(1): 90-114

Órgano Oficial de Difusión de la AMN



[www.revmexneuroci.com](http://www.revmexneuroci.com) / ISSN 1665-5044

# Revisión

Salín-Pascual Rafael J.

Departamento de Psiquiatría  
y Salud Mental. Facultad de  
Medicina Universidad Nacional  
Autónoma de México.

## La actividad onírica como “el nuevo camino real” a la conciencia

The dream activity as the “new road” to consciousness

*“No entiendo eso -replico Sancho-; sólo entiendo que, en tanto que duermo, ni tengo temor, ni esperanza, ni trabajo ni gloria; y bien haya el que inventó el sueño, capa que cubre todos los humanos pensamientos, manjar que quita la hambre, agua que ahuyenta la sed, fuego que calienta el frío, frío que templa el ardor, y, finalmente, moneda general con que todas las cosas se compran, balanza y peso que iguala al pastor con el rey y al simple con el discreto. Sola una cosa tiene mala el sueño, según he oído decir, y es que se parece a la muerte, pues de un dormido a un muerto hay muy poca diferencia.”*

– Miguel de Cervantes Saavedra “Don Quijote”

## Resumen

El estudio científico de la actividad onírica es posible en la actualidad desde la perspectiva de la neurociencia cognitiva, la neurofisiología y el aporte clínico de los enfermos neurológicos y psiquiátricos. Las ensoñaciones evaluadas desde una perspectiva evolutiva, proporcionan algunas explicaciones de su utilidad y del porque se han preservado en diferentes animales, incluyendo al homo sapiens. Desde esta perspectiva se propone un modelo de realidad virtual, en donde se despliegan en paralelo varios modelos para enfrentar las amenazas y peligros de la vida cotidiana. Algunas personas tienen un tipo de claridad de sus ensoñaciones que se ha denominado sueños lúcidos. Esta es una capacidad que se puede inducir y representa otra herramienta para el estudio de las ensoñaciones. En la actualidad se cuestiona que el modelo de activación- síntesis, en donde la activación de estructuras corticales por parte de los potenciales

PGO (Ondas Ponto Genículo Occipitales), que se generan en el puente. La principal objeción a este modelo, es que no explican las ensoñaciones en la fase de sueño No-MOR. Finalmente alteraciones neurológicas como las lesiones en el tallo cerebral, no disminuyen o bloquean el sueño MOR, ni las ensoñaciones reportadas por los pacientes. Mientras que lesiones en las áreas de asociación parieto-temporo-occipital, si cancelan la generación de actividad onírica, sin que supriman el sueño MOR. Lo anterior a generado la propuesta de que la actividad mental que se conoce como soñar, sea un proceso en paralelo, pero independiente de la fase del dormir.

### Palabras clave.

Cognición, conciencia, dormir, ensoñaciones, sueño MOR

# Abstract

The scientific study of dreams, is now possible from the perspective of cognitive neuroscience, neurophysiology and clinical contributions of neurological and psychiatric patients. Dreams could be the frame in evolutionary perspective, that may provide some explanation of its usefulness and why that have been preserved in different animals, including homo sapiens. From this perspective, a model of virtual reality, where are deployed in parallel several models to address the threats and dangers of everyday life is proposed. Some people have a kind of clarity of their dreams, that has been called lucid dreams. This is a skill that can be induced and represents another tool for the study of dreams. Currently disputed model of activation-synthesis, where activation of cortical structures by PGO waves (Ponto-Geniculo-Occipital Waves), which are generated in the pons. The main

objection to this model is that it does not explain the dreams in No-REM sleep. Finally neurological abnormalities such as lesions in the brain stem, that not decrease or block REM sleep, and the dreams reported by those patients. While lesions in associative areas like parieto-temporo-occipital, cancel the generation of dream activity, however that did not abolish REM sleep. This has generated the proposal that mental activity known as dream, is a process in parallel, but independent of the different sleep phase.

## Keywords

*Cognition, consciousness, dreams, oniric activity, sleep.*

# Introducción

La actividad mental cuando estamos soñando ha sido siempre de interés entre los seres humanos. Los sueños se presentan en los libros religiosos, poemas, literatura épica, como una forma de adivinación o premonición. También se han implicado en algunos descubrimientos científico. Sin embargo, desde la perspectiva científica, se ha convertido en la principal forma de abordaje, para entender los estados de conciencia cuando dormimos.

Es de esta forma, que la actividad onírica se ha convertido en uno de los principales objetivos de las neurociencias cognitivas. Aparte del enfoque pseudocientífico del psicoanálisis, en donde se presupone una teoría que interpreta dentro de un marco de referencias sexual a lo soñado, hay numerosos investigadores de las ensoñaciones, que empleando metodologías diversas, se han enfocado en la relación entre la actividad cerebral durante el sueño y lo ocurre en la conciencia del durmiente.<sup>1</sup>

Los procesos cerebrales que llamamos mentales están presentes durante toda nuestra existencia. Al dormir hay cambios cualitativos en la conciencia, que parecen ir en paralelo con los niveles de activación celular en el encéfalo.

## La actividad onírica en el marco general de la teoría evolutiva

*"Visto a la luz de la evolución, la biología es, tal vez, la ciencia más satisfactoria y estimulante. Sin que esta luz, todo se convierte en un montón de eventos diversos, algunos de ellos interesantes o curiosos, pero sin formar una visión conjunta."*  
– Theodosius Dobzhansky.<sup>2</sup>

La principal teoría, frente a las cualidades se puede proponer una función del soñar es que estos representan un tipo de adaptación, desde el marco evolutivo, utiliza el concepto de la amenaza virtual,

definida esta como una condición, localizada en el proceso del dormir, en donde las situaciones que representan una amenaza cuando se está despierto, se reconstruyen virtualmente, sin el “ruido” del medio ambiente externo. En ellas se emplea, a través del ensayo de diversos escenarios amenazantes, soluciones diversas, para que podemos estar mejor equipados para enfrentar el mundo real, lleno de retos y amenazas.<sup>3</sup> Si bien esta teoría ofrece una explicación evolutiva plausible de los sueños, el objetivo del presente escrito es ampliar los fundamentos teóricos de esta hipótesis, comentando otros aspectos del acondicionamiento físico, para mejorar mediante el soñar, un tipo de evolución de las funciones mentales superiores. Mientras que todos soñamos, hay una amplia variabilidad en la experiencia subjetiva de esta actividad.<sup>4</sup> Algunas personas rara vez recuerdan sus sueños y erróneamente concluyen, que no sueñan en lo absoluto. Mientras que otros experimentan sueños vívidos, con rica imágenaría visual y contenido emocional. Desde el punto de vista de la fenomenología, las líneas argumentales que componen los sueños de las personas, consiste en seguir una línea narrativa y tener una transición relativamente suave de una escena a la otra, mientras que otras veces los sueños aparecen como asociaciones ilógicas y casuales, que carecen de un sentido de flujo coherente.<sup>5,6</sup> Algunas personas tienen el control total de sus sueños, ejerciendo una regulación consciente sobre los eventos supuestamente aleatorios, los cuales tipifican lo soñando, mientras que otras personas, son meros espectadores de lo soñado, sin ningún sentido de agencia, que semeje a los estados volitivos observados en el estado neurofisiológico del estar despierto (por ejemplo, en la actividad onírica, se puede tener la urgencia de asistir a un servicio sanitario para orinar, pero la persona parece no encontrar la puerta correcta. Esta misma situación en el estado de vigilia sería absurda). Con la multiplicidad de las dinámicas de los sueños, no es ninguna sorpresa que haya diferentes puntos de vista sobre la naturaleza de esta actividad. Los puntos de vista de un investigador sobre el soñar, pueden estar relacionados directamente con su propia experiencia subjetiva.<sup>7</sup> Desde la neurociencia cognitiva, la psicología y otras

disciplinas se han logrado avances significativos en el desarrollo e implementación de las metodologías destinadas a clarificar los procesos mentales que subyacen a nuestras experiencias subjetivas. Por ejemplo, las herramientas de la neurociencia cognitiva han permitido vincular los datos de las neuro-imágenes para contribuir a las teorías de la cognición.<sup>8</sup>

Uno de los primeros y más importantes hallazgos, de la historia de la investigación sobre los sueños y el dormir, fue la que vinculó, el fenómeno de las ensoñaciones y la aparición fisiológica de los movimientos oculares rápidos (MOR) en esta fase del dormir.<sup>9</sup> Mientras que el soñar se refiere a “*las experiencias conscientes subjetivas que tenemos durante el dormir*”,<sup>3</sup> el sueño MOR es una etapa fisiológica definida del dormir. Se propuso que la actividad onírica solo ocurría en la etapa de sueño MOR. Esto por evidencias del tipo de la colección de evocaciones de las ensoñaciones muy vívidas y claras, en los sujetos, que al ser despertados en esta fase del dormir.<sup>9</sup> Sin embargo, con el tiempo se reportó que lo mismo era cierto, para el sueño No MOR.<sup>10</sup> Algunas de las diferencias entre los dos tipos de actividad onírica se comentan más adelante. El dormir contiene una serie de estados discretos, definidos por diversas medidas fisiológicas y que se correlación con la actividad mental.<sup>11</sup> En el ser humano, en la actualidad se sabe que los estados de actividad cerebral bien definidos son: vigilia, sueño sin movimientos oculares (Sueño No-MOR) y sueño MOR.<sup>12</sup> Es posible que estos estadios se subdividan. Por ejemplo, el estar despierto, puede tener variaciones cualitativas: reacción de despertar, despertar, sin estar atento, y el estar despierto alerta. En el caso del sueño No-MOR, hay por lo menos tres estadios que se denominan 1, 2 y 3, respectivamente. En ellos hay una serie de características electroencefalográficas que se traducen en una serie de fases de activación y desactivación cortical.

En vigilia o estadio de estar despierto, hay un patrón de frecuencia EEG, en un promedio de 20 Hz, llamado beta. Esta actividad, cambia cuando la persona, aún despierta, cierra los ojos, sobre todo en la región occipital, en donde la frecuencia

de oscilación eléctrica es de 12 a 14 Hz. A esta actividad se le denomina alfa. En el estadio 1, hay la aparición de actividad theta (2 a 5 Hz), mientras que en el estadio 2, aparecen grafo elementos característicos. Los Husos de Sueño (actividad rápida), sobre un patrón theta, lo mismo que las llamadas ondas del vertex y los complejos "K". Finalmente en la etapa de sueño 3, también llamada delta, se observa una actividad lenta de 0.5 a 2 Hz. Y ondas EEG de 70 a 90  $\mu$ V. Además de la actividad EEG, en el polisomnograma, se detectan otras señales bioeléctricas, como los movimientos oculares y el tono muscular. El conjunto de las tres señales, se utilizan para calificar la arquitectura del dormir.<sup>13</sup>

En la mayoría de los seres humanos adultos jóvenes de 90 a 120 minutos, después de haber iniciado su sueño, aparece una actividad diferente a las ya descritas. Esto es, una mayor frecuencia de actividad EEG, que recuerda a lo observado en el estadio 1 de sueño, atonía muscular, y movimientos oculares rápidos en fase opuesta, es decir similares a los sacádicos, pero en trenes de actividad y reposo, que van a aumentar a lo largo de la noche. Esto es, los primeros episodios de sueño MOR, no duran más haya de los 10 minutos, y en ellos, apenas se observan los movimientos oculares. Mientras que a partir de la segunda parte del episodio de sueño nocturno, cuando ha caído la temperatura corporal y se inicia la producción de un perfil hormonal vinculados al eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenales, que aumentan la duración de los episodios de sueño MOR, hasta de 40 minutos, con una gran cantidad de movimientos oculares por minuto de sueño MOR (Densidad de movimientos oculares).<sup>13</sup> Es pues importante observar esta distribución desigual de los estadios del dormir. En donde la primera parte de la noche predomina el sueño No MOR, mientras que en la segunda el sueño MOR. Esto es, con fines de investigación en la actividad onírica, y de patología del dormir (V.gr. Las pesadillas, las alteraciones conductuales del sueño MOR, ocurrirán con más frecuencia en la segunda parte de la noche, mientras que el sonambulismo o los terrores nocturnos en la primera).<sup>13</sup> Un vínculo entre el sueño MOR y las ensoñaciones, se estableció a través de diversos

estudios experimentales. En primer lugar, se sabe que la gente cuando se le despierta en el sueño MOR en comparación con el sueño No MOR, son significativamente más propensos a producir informes detallados de las ensoñaciones y estos informes tienden a ser más vívidos que los informes de sueño No MOR.<sup>14</sup>

Si bien existe una fuerte correlación entre el sueño MOR y las ensoñaciones, también es claro, que estas puede ocurrir fuera de esta etapa del dormir, y de manera similar, también son factibles casos de encontrarse en la etapa de sueño MOR sin tener ensoñaciones.<sup>15</sup> Un análisis del contenido de la actividad onírica sugiere que hay diferencias sistemáticas entre los informes de ensoñaciones en el sueño MOR y el sueño No MOR.<sup>16</sup> Estos datos indican que el sueño no es un proceso unitario y estático, sino más bien está construido de etapas discretas. Los procesos cognitivos tienen lugar durante todo el episodio del sueño, que normalmente se llaman de manera uniformemente el soñar. Las diferencias de la actividad onírica en las diversas etapas del dormir, pueden dar lugar a diferentes tipos de reportes en las ensoñaciones.<sup>17</sup> Los sueños que ocurren durante el sueño No MOR, carecen de imágenes vividas, con excepción de las ensoñaciones que se presentan cuando recién nos quedamos dormidos, y que se comentaran mas adelante. Las ensoñaciones recabadas en etapas de sueño No MOR, si bien pueden contener temas similares a los sueños MOR, a menudo consisten en una temática recurrente y simple, de construcción lineal y con influencia de experiencias de los días previos, en la vida del soñante.

Otras especies animales, no nos pueden proporcionar información sobre los procesos mentales durante el sueño, por lo que la controversia que rodea la cuestión de si los animales están soñando durante el sueño MOR sin atonía (por lesión provocada en el piso del área de ventrículo IV), no puede ser resuelta de manera directa pero si se puede hacer una inferencia de que quizás ocurra, por el despliegue conductual. Una perspectiva es que algunos animales, como los gatos, muestran una postura de amenaza a una presa imaginaria y parecen sorprendidos por

objetos invisibles.<sup>18,19</sup> De hecho, los estudios que utilizan medidas electrofisiológicas para registrar la actividad de células del hipocampo, indican que las ratas que han pasado una cantidad considerable de tiempo durante su vigilia, corriendo a través de un laberinto, muestran activación de las mismas células motoras, durante el sueño MOR, y que estas células se muestran más activas.<sup>20</sup> Estos datos apuntan hacia la posibilidad, de que el sueño sirva para algún tipo de función de tipo ensayo, en donde los animales practiquen las actividades que realizan mientras está despierto, es decir, como correr a través de un laberinto durante la actividad onírica.<sup>21</sup> Sin embargo, nunca sabremos si la experiencia subjetiva de sus sueños es la misma para estos animales, como tampoco sabremos, si los seres humanos, tienen entre sí, la misma experiencia subjetiva al soñar. De la misma forma, como los conductistas afirmaban que la mente humana era una especie de “caja negra” para el estudio científico. Hay una tendencia a asumir que nunca vamos a ser capaces de obtener una comprensión de los estados mentales de los animales y que cualquier intento es simplemente antropomorfismo. Sin embargo, la evidencia neurofisiológica, mencionada previamente, hace verosímil la afirmación de que durante el sueño MOR estos animales están experimentando algo similar a lo que la gente llama estar soñando, con la advertencia de que la experiencia del sueño será específico para las capacidades perceptivas y cognitivas del animal.<sup>18</sup>

Debido a que la neurofisiología del sueño MOR se ha señalado como el principal mecanismo del soñar, ese sería el objetivo principal de este enfoque evolutivo para los sueños y la cognición. Esto no quiere decir que las ensoñaciones en las etapas No MOR no sean también de interés potencial, en vez de esto, se argumenta que el tipo de conciencia que se produce, sobre todo durante el sueño MOR, es de interés especial y representa un sueño prototípico. Ya que en la actualidad carecemos de la tecnología para lograr una comprensión muy detallada de los correlatos fisiológicos del soñar, un punto de partida lógico es utilizar las tecnologías existentes, para la adquisición de datos durante el sueño MOR, con

el fin de ver, cómo se puede formar a una teoría general de las ensoñaciones.

La teoría de las ensoñaciones más generalmente aceptada, que ofrece una explicación del soñar sobre la base de la fisiología del sueño MOR, es la hipótesis de llamada “la activación y síntesis”.<sup>22</sup> Según esta hipótesis, los sueños son el resultado de la activación que se origina en el prosencéfalo, en respuesta a una actividad al azar iniciada en el tallo cerebral. Esto se demuestra por la activación de las ondas PGO (ponto genículo occipitales), que se producen durante el sueño MOR (de hecho ocurren unos segundos antes de que esta fase del dormir se inicie en el gato). En concreto, las PGO se originan en el puente, viajan hacia el núcleo geniculado lateral del tálamo, a través de las vías sensoriales y luego hacia las áreas occipitales, en donde se procesa la información visual. Según McCarley,<sup>22</sup> esta actividad aleatoria, o ruido neurofisiológico, que emana de la protuberancia, pasa a través de las estaciones sensoriales, similares a la vigilia, como una información del entorno, y se interpreta de una manera que, conduce a la generación de la fenomenología de soñar. En general, esta teoría ha recibido apoyo general durante algún tiempo, porque encaja bien con los datos fisiológicos y la explicación del soñar, que semeja a la mayoría de experiencias oníricas de la gente. Esta teoría postula que la naturaleza extraña de los sueños, se atribuye a ciertas partes del cerebro y que se trata de reconstruir una historia o narrativa, de lo que es esencialmente una información aleatoria. Esto es, se generan imágenes y otras experiencias sensorio-perceptivas aleatoriamente, que el soñante, al despertar va a elaborar, haciendo una síntesis y construyendo una narración lineal, de algo que seguramente se ha construido en paralelo (muchos escenarios con información simultánea).

Las teorías cognitivas, respecto a la información sensorial y perceptiva indican que hay un correlato neuroanatómico de estas experiencias, en base a la historia personal, estas estructuras neurales se conocen como “cognit” y se han definido como: “una red neural que representa los elementos mínimos de percepción o acción, y que se asocia con los elementos del aprendizaje en base a experiencias previas”.<sup>23</sup> La



activación al azar de las PGO, en una condición de información limitada, y reducida al medio ambiente externo, cuando la persona esta dormida. Estas hacen las veces de estímulos endógenos, que al activar los cognit, generan las imágenes propias de las ensoñaciones. Esta sería la descripción de la hipótesis de “*activación y síntesis*” de McCarley,<sup>22</sup> la cual, por supuesto queda limitada a la actividad onírica dentro del sueño MOR.

La hipótesis de activación y síntesis, ha sufrido numerosas críticas, sobre todo aquellas que provienen de las generación de ensoñaciones en el sueño No-MOR, en donde no hay PGOs, y más aún, como veremos posteriormente, de estudios de supresión farmacológica del sueño MOR, en donde persisten las ensoñaciones.

Se puede suponer que el cerebro está diseñado de manera óptima para el procesamiento de la información sensorial del “*mundoreal*”, de modo que podamos reaccionar de forma apropiada, cuando el individuo se enfrenta a estímulos ambientales. A pesar de este hecho, una gran parte de la vida mental, no consiste en el procesamiento de la información real, sino más bien del ensayo general, de lo que debe hacer cuando nos encontramos con dichos estímulos del ambiente. Este ensayo y las habilidades cognitivas implicadas son propensos a tener un fuerte valor adaptativo.<sup>24</sup>

Los datos de las neuro-imágenes en la actualidad, sugieren que esta información “*no real*”, o información no vinculada a ningún estímulos ambientales actuales, se tratan en la corteza cerebral, de una manera similar a la información procesada en un entorno físico real, cuando estamos despiertos. Los datos de un estudio de neuroimagen, específicamente utilizando la tomografía por emisión de positrones (PET), apoyan la idea, de que cuando imaginamos algo, de una naturaleza visual y podemos manipular esa imagen, nuestra corteza visual se activa. Asimismo, en los estudios que controlan el movimiento real, se ha demostrado que al imaginar las acciones implicadas, en una tarea motora repetitiva, se produce un aumento de la actividad de la corteza motora de asociación.<sup>25</sup>

Con el fin de evaluar la teoría de la simulación de amenazas durante la fase del soñar, es útil hablar de ello en un contexto evolutivo, y considerar si la experiencia del soñar, cumple con los requisitos necesarios de la evolución por selección natural; es decir, si hay variación genética, aspectos vinculados a la herencia y la aptitudes diferenciales. En cuanto a la primera condición, hay evidencia de que el sueño MOR varía genéticamente entre y dentro de las especies. El sueño MOR parece ser exclusivo de los mamíferos placentarios y marsupiales.<sup>13</sup> Esto sugiere una filogenia particular de soñar, y que existió un cierto punto, en el pasado filogénico en el que fue adquirida esta capacidad, que permitió una mayor propagación de las especies. Además, la cantidad de sueño MOR en los animales con placenta y marsupiales tiende a requerir variaciones de manera compartida, a lo largo de su ciclo de vida, que apunta hacia un control genético subyacente en la actividad onírica.<sup>13</sup>

Aquellos individuos, por ejemplo, que actuaron sus ensoñaciones mientras dormían (Vg. Sueño MOR sin atonía muscular), pudieron haber estado expuestos a un mayor riesgo, por ejemplo, al deambular dormidos en la oscuridad, y ser presas de los predadores. A medida que el rasgo de la inhibición motora durante el sueño varían en los seres humanos, las personas con el rasgo, que inhiben la parálisis muscular durante el sueño MOR (sueño MOR sin atonía), parecen haber sido eliminados predominantemente de la población actual, lo que indica también que la segunda condición de la herencia está satisfecha.<sup>26</sup>

Cuando se considera la tercera proposición de la aptitud diferencial de la actividad onírica, en los seres humanos modernos, es importante entender el entorno en el que se estaba produciendo la selección. Nuestros antepasados humanos enfrentaron una serie de desafíos planteados por las interacciones con sus congéneres, dentro y entre los grupos, así como en la adquisición de alimentos y el protegerse de los predadores. En este entorno, la capacidad de reaccionar más eficientemente, cuando una amenaza real es evidente, confirió una ventaja de supervivencia. La evidencia de estudios de imágenes cerebrales

y sueños sugieren que el ensayo o simulación del tipo de “*realidad virtual*”, en las ensoñaciones, son tratados como una amenaza real y, por lo tanto, las personas con estas habilidades de visualización, para ensayar escenarios de amenazas, debieron de tener una mayor capacidad para hacer frente a estas situaciones, haciéndolos más propensos para ser progenitores de una mayor cantidad de hijos. A través de la supervivencia y la procreación de sus hijos, esta capacidad y propensión a la imaginación, fue transmitida diferencialmente a las generaciones futuras.<sup>24</sup>

Si se ha seleccionado el soñar debido a su función adaptativa, del contenido general de los sueños, sin duda esto debe de reflejar, cuales de estas situaciones permitieron el ensayo de escenarios, que en última instancia condujeron hacia una mayor adaptabilidad. Esto es exactamente lo que se observa, en los estudios que indican, que el contenido de las ensoñaciones, es favorable hacia los elementos negativos, que reflejan amenaza, en lugar de elementos positivos. Los datos recogidos en más de 500 informes de sueño,<sup>4</sup> indicaron que aproximadamente el 80% de las ensoñaciones, contenían emociones negativas, mientras que sólo un 20% contenía emociones positivas. Estos sueños negativos, también es probable que contengan elementos como animales y hombres extraños, ambos amenazantes y en situaciones peligrosas, o encuentros mortales. La evidencia apunta a la sobrerrepresentación de los eventos amenazantes en los sueños, que no debería ocurrir si el contenido de las ensoñaciones fuera totalmente al azar. A través de la apropiación y el aprendizaje para lidiar con estas amenazas en los sueños, se propone que un animal podría aumentar su aptitud evolutiva global.<sup>27</sup>

### Los sueños como un entrenamiento virtual que permite afrontar las amenazas.

Para conceptualizar esta teoría de manera sucinta, Revonsuo,<sup>3</sup> propuso sucesivamente seis premisas subyacentes sobre la base de la integración de los datos de la psicología, la biología y la neurociencia cognitiva: (1) El sueño como un tipo de conciencia en una simulación organizada y selectiva del

mundo perceptual; (2) La conciencia en el sueño se ha especializado en la simulación de eventos amenazantes; (3) Se recrean más que la exposición a eventos amenazantes reales, con la activación del sistema de simulación de amenazas; (4) La simulación de amenazas producidas por el sistema perceptual son conductualmente ensayos realistas de amenaza de eventos; (5) El ensayo realista de estas habilidades puede llevar a un mejor rendimiento, independientemente de si los episodios de simulación se recuerdan de forma explícita; y (6) El ambiente ancestral en el que el cerebro humano, evolucionó incluyó eventos peligrosos frecuentes, que constituían amenazas extremas para el éxito reproductivo humano. Esta teoría, tomada en su conjunto, no se puede probar directamente. Hacerlo requeriría un paradigma experimental en la que la presencia (o ausencia) de las amenazas en los sueños serían una variable independiente y el nivel de adaptación de la persona al despertar y sus circunstancias como la variables dependientes. Dicho protocolo no es factible, ya que la presencia o ausencia de amenazas en los sueños no se pueden controlar y los niveles de adaptación al despertar, dependen de una serie de factores que van mucho más allá del contexto del contenido del sueño. Dicho esto, los postulados que sustentan la teoría, sin embargo, se pueden utilizar para probarse de manera indirecta.

### Los sueños lúcidos.

En los sueños lúcidos, el soñador es consciente de lo que sueña, y a menudo es capaz de influir en su contenido. El sueño lúcido es una habilidad que se puede aprender. Hay una variedad de técnicas sugeridas para la inducción del sueño lúcido. Es importante reconocer que la lucidez en el sueño no es una especie de fenómeno del “*todo o nada*”, sino más bien un continuo con diferentes grados: algunos sueños, dentro de la misma persona pueden ser más lúcidos que otros.<sup>28</sup> Se han descrito siete aspectos relevantes de la lucidez en los sueños, que se pueden resumir como “*La claridad*”: (1) La claridad sobre el estado de conciencia (en el que uno está soñando); (2) la claridad acerca de la libertad de elección; (3) la claridad de la conciencia; (4) la claridad acerca de la vida en vigilia (se sabe que se está soñando y que esta condición es diferente a



la de estar despierto). Habitualmente, las personas no tenemos crítica de lo irreal que puede ser una ensoñación; (5) la claridad de la percepción; (6) la claridad sobre el significado del sueño; (7) la claridad para recordar el sueño. Los estudios indican que el sueño lúcido es principalmente un fenómeno del sueño MOR, aunque también puede ocurrir durante el sueño No-MOR.<sup>7</sup>

Aunque el sueño lúcido es con frecuencia considerado como una habilidad rara, las estimaciones de la incidencia de sueño lúcido, dentro de la población general, indican, que aproximadamente la mitad de la población ha experimentado un sueño lúcido al menos una vez en su vida, y aproximadamente una de cada cinco personas, están experimentando sueños lúcidos con regularidad, es decir, al menos una vez al mes.

### Técnicas de inducción de sueños lúcidos.

Las técnicas de inducción de sueños lúcidos se han agrupado en dos grandes categorías: (1) la inducción pre-sueño y (2) la inducción dentro del sueño. La primera categoría, de inducción antes de dormir, incluye técnicas intencionales y no intencionales. Las técnicas intencionales se centran en el momento actual o presente (por ejemplo, que la persona evalúe si uno está soñando en el momento que se cuestiona esto, con la participación en otras actividades enfocadas, como la meditación o la retroalimentación con la generación de actividad alfa) o se centran en el futuro (por ejemplo, la autosugestión, sugestión post-hipnótica o intención de recordar que uno está soñando).<sup>29</sup> Además, algunas técnicas pueden combinar ambos aspectos, por ejemplo, las técnicas combinadas, que incluye elementos de reflexión (enfoque actual) y la intención para la autosugestión (enfoque hacia el futuro).<sup>29</sup>

Las consideraciones no intencionales incluyen situaciones durante el día (por ejemplo, las interacciones interpersonales, y de emociones) y propensiones individuales (por ejemplo, la creatividad que no están directamente relacionados con la consecución de sueño lúcido, pero aumentan la probabilidad de

tener un sueño lúcido. La segunda categoría, la inducción del sueño lúcido, se puede dividir en las señales externas y las señales internas. Los indicios exteriores son diversos estímulos ambientales (por ejemplo, auditivos, táctiles) que se puede aplicar durante el sueño MOR para ser incorporados en un sueño y se reconocen como una señal, de parte del soñador, que les indican que él o ella está soñando. Las señales internas puede ser eventos inusuales o inconsistencias dentro de un sueño, una sensación de que en el sueño hay semejanzas o simplemente una idea espontánea que ocurre en un sueño, que conduce a la conciencia de que uno mismo, como un agente activo de la ensoñación.<sup>7</sup>

### Engañar a los ensambladores del sistema visual.

Mucho de lo que se ha entendido sobre el procesamiento de información visual proviene de estudiar una serie de técnicas que engañan al cerebro, haciéndonos creer que estamos viendo algo que no existe. La visión está repleta de varias de estas ilusiones, tanto físicas como psicológicas, así como fenómenos visuales cotidianos, tales como la ambigüedad (proyecciones visuales que en ocasiones coinciden con la realidad objeto), las paradojas (aquellos que no pueden ser igualados o medirse como objetos), y ficciones (que no tienen contrapartes objetivas en el mundo externo). Hay técnicas que se pueden utilizar para manipular y engañar al órgano sensorial (el ojo), a los sistemas de procesamiento visuales digitales, y los sistemas topográficos (proposicionales).<sup>30</sup>

Los cineastas engañan el "ojo de la cámara" en la percepción de una imagen continua en movimiento, que tiene características tridimensionales de la profundidad y del primer plano, mediante el uso de una serie proyectada de imágenes fijas de dos dimensiones. En el cine se proyecta una serie de fotografías fijas a una velocidad de dieciséis hasta veinticuatro fotogramas por segundo, y esto se percibe como continuo, es decir como lo que cualquier persona observa en su entorno cotidiano. Sin embargo hay una serie de diferencias. La primera es que en el cine o en el monitor de un ordenador, solo vemos las cosas

en dos dimensiones. La segunda, es que existe un marco de referencia temporal, que es la duración de la película y el avance de la historia que se narra.

El sistema subconsciente de la retina llamado “*buffer visual*” (que crea la permanencia de la imagen en la retina), también se puede manipular externamente, por ejemplo mediante la inducción para centrar la atención en una parte de una imagen o lleva a retirarse de una representación. Los factores más poderosos, desencadenantes de este sistema son los estímulos emocionalmente competentes, que no utilizan el sistema de procesamiento visual normal y desvían la atención de esas señales, incluso cuando no estamos prestando mucha atención.<sup>30,31</sup>

Hoy, entendemos que la continuidad visual de tales objetos complejos, se mantiene neurológicamente por las relaciones que se describe como de ensamble. Hay por lo menos siete tipos diferentes de construcciones o de síntesis de información de un objeto en el campo visual: La unión o ensamble de sus propiedades - diferentes propiedades como la forma, el color y el movimiento están unido a los objetos que se caracterizan.<sup>31</sup>

Los sueños son más a menudo recordados como imágenes. Y estas difieren notablemente de las imágenes que se perciben al estar despierto. Las imágenes del sueño se parecen a las de la vigilia con los ojos cerrados, es decir a las imágenes evocadas, las cuales no están definidas por propiedades perceptuales, porque no hay entrada perceptual, los estímulos visuales, en particular del ambiente externo están cancelados. Las imágenes oníricas, excepto en el caso especial de los sueños lúcidos, también difieren de las imágenes observadas al estar despierto. Esta son además, imágenes en que son independientes de nuestro control consciente volitivo. Las características de un objeto que detectamos con la visión, tiene las siguientes características de ensamblaje o unión.<sup>32</sup>

**Las partes vinculantes:** Las partes de un objeto determinado, están separadas en las áreas cerebrales que las registran, en las vías aferentes referentes y unidas entre sí. Por ejemplo, el color, textura, forma, peso.<sup>33</sup>

**Rango vinculante** - valores particulares de una propiedad como el color se definen dentro de la dimensión de esa propiedad.

**Jerárquicas vinculantes** - las características de los límites que define la forma en que están ligados a las propiedades que definen la superficie de ese objeto.

**Vinculante condicional** - la interpretación de una propiedad (por ejemplo, movimiento) depende de otro (por ejemplo, la profundidad, la oclusión, o la transparencia).

**Vinculantes temporales** - estados sucesivos de un mismo objeto que se integran a través de intervalos temporales como en el movimiento real o aparente. Ubicación vinculante – Los objetos están ligados a sus lugares de localización.

Esta función de ensamblaje de objetos en su contexto y en sí mismos, tiene un correlato neurofisiológico en varias especies estudiadas y es el patrón de frecuencia gama de 40 Hz. Esta frecuencia de oscilación eléctrica se ha propuesto que sea el ritmo basal del cerebro en situaciones en las que evalúa y sintetiza un objeto, sus características y su entorno.

En los procesos de integración perceptual se emplean estas técnicas de ensamblado visual para la observación de objetos. A veces estos objetos no fueron destinados realmente para hacernos creer que son las representaciones de lo que se cree ver. Se ven objetos en paredes manchadas y en las relaciones entre las diferentes formas superpuestas, al campo visual. Se ven objetos en las manchas de Rorschach, que es una prueba proyectiva en psicología y que se supone están reflejando el proceso perceptual llamada “*arriba-abajo*”, en donde las áreas de asociación perceptual “*interpretan*” las manchas según un marco teórico arbitrario propuesto por quien diseñó esta prueba, con una clara influencia psicoanalítica.

Se ha sugerido que este proceso de imágenes, utilizando ambos procesos de integración sensorio-perceptiva (abajo-arriba, de la periferia al

corte, y arriba-abajo, del córtex a los receptores periféricos), es el origen potencial del arte rupestre que se encuentra en cuevas (Ver la película documental de Warner Herzog *"The Cave of the Forgotten Dreams"*), en este, el artista logra efectos de tres dimensiones y aún de movimientos, acentuando las formas y salientes en las paredes de las cuevas, con carbón vegetal y colores, de modo que la luz artificial al incidir en esos trazos, pueda crear la ilusión de que los animales, que el artista percibe en esas formas y sombras se mueven, en la medida que se mueve la luz, el observador o ambos. Para algunos investigadores de este tipo de pintura rupestre, lo que los artistas quisieron hacer, fue un tipo de proto-cinema. Es interesante como este tipo de arte rupestre semeja más el contenido de ensoñaciones, que probablemente, era un tema presente en las comunidades de primitivas de nuestra especie. Se ha reportado, por ejemplo, que los episodios nocturnos de sueño del hombre primitivo tenían un patrón bifásico. Se iniciaban muy temprano, al caer la oscuridad, en parte por las limitaciones de nuestra especie para ver en la oscuridad, limitante que se contrastaba con la de los depredadores del homo sapiens, como eran los felinos. La primera parte del episodio de sueño, concluía a media noche, entre dos y tres horas de al madrugada. Las personas se congregaba alrededor de las fogatas, ingerían algún tipo de alimento, y platicaban sobre sus ensoñaciones, en un contexto posiblemente religioso. Pues soñaban con personas fallecidas, animales de caza, a los que respetaban por el sacrificio de sus vidas, para la sobrevivencia del ser humano. La segunda etapa del episodio de sueño nocturno era de las tres a siete de la mañana, y se ha reportado que cuando el ser humano contemporáneo, participa en estudios con este tipo de patrón, la calidad del despertar es significativamente mejor que el tipo de sueño que se tiene en la actualidad.<sup>34</sup>

La subordinación del tiempo dentro del movimiento, esto es, el presente como un punto que se mueve de forma continua desde el pasado hacia el futuro, y la capacidad de percibir los cambios en el tiempo cronológico, requieren un marcador fisiológico disponible. En la percepción visual del estar despiertos, este marcador temporal, es a

menudo, el tiempo fisiológico que se requiere para que transcurra la transmisión de la información sensorial desde el ojo a las áreas neurales de procesamiento cognitivo (Vg. Vía visual, relevo talámico, área calcarina, áreas de asociación visual específica y contextualización con las experiencias previas). La perspectiva de cambios, a lo largo del tiempo, se basa al menos en parte, en los límites establecidos dentro de estos marcadores fisiológicos. En los sueños, el soñador a menudo se mueve hacia atrás y adelante en una línea de tiempo poco definida, entre recuerdos y las experiencias asociativas. El tiempo cronológico, de igual forma que cuando se está despierto, no puede estar presente en la actividad onírica. Y sin embargo, al narrar una ensoñación, hay una continuidad lineal que semeja la del estar despierto.<sup>35</sup>

Los procesos fisiológicos tienen funciones específicas. A veces, estas funciones (por ejemplo, los campos eléctricos extracelulares del SNC) esperan una explicación o el desarrollo de las teorías científicas capaces de incorporar perspectivas alternativas. Dado que todos los procesos fisiológicos requieren de una inversión de esfuerzo metabólico y genético, los sistemas fisiológicos no funcionales, son rara vez, o nunca, preservados. Se ha propuesto que los movimientos oculares presentes durante el sueño MOR, son un reflejo de la cognición en el sueño (por ejemplo, ver un partido de tenis durante el sueño).<sup>36</sup> En la búsqueda de una función fisiológica a esto, se ha propuesto que los movimientos oculares durante el sueño son necesarios para mantener la salud de la córnea (la humectación de la superficie epitelial) en el ojo durante el sueño. Los movimientos oculares se presentan con mayor frecuencia durante el sueño MOR, el estadio de sueño que es más probable que incluya ensoñaciones con contenidos narrativos largos. La narrativa es más fácil de estructurar en torno a una trama que se mueve del pasado al futuro. Los movimientos oculares rápidos repetitivos ocurren con una frecuencia establecida. Hay un límite de tiempo establecido para la conducción de los nervios motores que resulta en estos movimientos oculares. Estos movimientos oculares tienen el potencial para funcionar como un tipo de marcador basado en el

tiempo, que es más activo durante el sueño MOR, utilizando un retardo de tiempo neural similar a la actividad durante la vigilia, en la percepción visual. Esto es, los movimientos oculares rápidos podrían potencialmente funcionar como la rueda dentada en el proyector de cine, la adición de la cuarta dimensión del tiempo para el soñar.<sup>36</sup>

El sueño está constituido de imágenes, que existe independientemente de la modalidad sensorial del ojo, también son independientes de los sistemas de control volitivo utilizados para controlar en la vigilia la percepción visual. El sueño lúcido es un tipo especial de “soñar”, que fisiológicamente se asemeja a la vigilia y el dormir, o el estar en estados meditativos. El sueño lúcido puede delimitar conceptualmente la naturaleza especial de control consciente volitivo. El procesamiento visual utiliza claramente la cascada operativa de imágenes. Este protocolo operatorio es un paradigma descriptivo de los procesos cognitivos que controlan el desarrollo de la imagen durante los sueños. El soñador está presente desde el punto de vista de un observador es decir, al soñar, el soñante es, en la mayoría de los casos, un observador pasivo de lo que se le presenta.<sup>37</sup>

La mayoría de los sueños son egocéntricos por naturaleza, basado en el punto de vista del soñador. Este egocentrismo incluye un sentido general del propio cuerpo, como un objeto acotado situado dentro de un espacio que contiene otros objetos.<sup>37</sup> Las imágenes en los sueños están a menudo en movimiento. Los mismos sistemas visuales del SNC que reconocen patrones sensoriales de objeto en movimiento, también están activos durante el sueño. El campo de la imagen o una porción de la imagen pueden estar alterados bajo la dirección del soñador. Los controles de las imágenes activas durante la ensoñación, incluyen la tendencia a seguirlas a través de la realización de los movimientos, la capacidad de escanear y hacer zoom en una imagen, la capacidad de enfocar de forma variable en el paisaje de ensueño, así como la integración y la manipulación de los objetos que están en relación el uno al otro. El soñador controla conscientemente este sistema con el uso de la atención enfocada, y la selección e integración

de memorias asociativas que cambian y alteran el curso de la narrativa del sueño. Las imágenes del sueño tienen una connotación emocional y cognitivamente relevantes. Los sueños a menudo incluyen creencias de un individuo, atribuciones o expectativas con respecto a una imagen mental en particular. Estas imágenes se pueden combinar y alterar para producir formas emergentes creativamente totalmente inesperadas.<sup>38</sup>

El sensor (ojo) y el control consciente volitivo han abreviado su función, la cual resulta limitada durante el sueño. Durante el sueño con información visual (el más frecuente en las personas que no son ciegos), es el sistema de imaginación representacional que tiene una prominencia cognitiva. Los sueños son una serie de escenas visuales, cada una compuesta de imágenes figurativas, vinculados y juntos, en formas narrativas que utilizan los formatos internos (Vg., idiomas y gramática) del pensamiento y la visión. Las imágenes son una característica representativa, así como su lengua y la gramática, que son a menudo y al mismo tiempo diferentes para cada persona. Algunas de estas imágenes son representaciones de objetos mundanos como “silla, mesas, ventanas.” Otros pueden tener una connotación filosófica o espiritual profundas, como un “caballo.” Imágenes simbólicas que se inscriben como arquetípicos dentro de la cultura en la cual ha crecido el soñante.<sup>39</sup>

Hasta este punto, no hay evidencia neuroanatómica concreta de que los signos y símbolos de lo que se sueña, en formas de imágenes topográficas que puedan ser evidentes en la corteza visual. Los sistemas de exploración actuales, sí muestran una mayor actividad en las áreas visuales de la corteza occipital, durante los estados de ensoñación en el sueño MOR y el inicio del dormir, en donde es más probable que ocurra la actividad onírica. Pero ninguno de los sistemas de escaneo actuales, tiene la capacidad para detectar el detalle de los patrones de representación de las neuronas específicas que se activan en la corteza en ese momento preciso de un tipo específico de actividad onírica.<sup>36</sup>

Aunque parece probable, sin embargo, que las imágenes del sueño, se producen en asociación

con la topografía de las imágenes que se proyectan neurofisiológicamente al SNC durante las ensoñaciones. En el futuro, con las mejoras tecnológicas de este tipo de sistemas de detección de la actividad del SNC en vivo, se podrá demostrar concretamente esta correlación neuroanatómica y es probable que sea un tipo de dispositivo que se asemeje al de los video-jugadores que trabajan con imágenes y formas repetitivas.<sup>40</sup> El videojuego Tetris requiere el control operativo repetitiva de formas geométricas, un proceso que es algo análogo a aquel en el que los monos fueron entrenado para mirar un blanco geométrico. Cuando se despierta a los jugadores de Tetris después del inicio del sueño, al menos durante los próximos dos horas, ellos reportan que sus sueños incluyen formas geométricas basadas en el Tetris.<sup>40</sup> Sobre la base de nuestra comprensión actual de la cartografía topográfica cerebral, parece razonable especular que tales formas, realmente pueden ser materializaciones de las exposiciones repetitivas, como patrones neuronales que se forman en la corteza visual de los cerebros de esos jugadores de Tetris.

Este espacio visual de los sueños varía según la etapa del sueño. Las ensoñaciones al inicio del dormir, tienen mayor intensidad visual que otras experiencias oníricas, por ejemplo de la segunda parte de la noche. Esto pueden incluir componentes de vivacidad excepcional, e incluso un tipo de realidad, que se observa en las alucinaciones hipnagógicas e hipnapómpicas de la transición de vigilia a sueño y sueño a vigilia, por ejemplo reportadas por los enfermos con narcolepsia. Que presentan ataques de sueño, en donde sin pasar por fases de sueño delta, ingresan de estar despiertos directamente al sueño MOR. Aunque, como los sueños, estas experiencias no son perceptuales del todo, pues ocurren en ausencia del marco de referencia externo. Se han explicado, diciendo que el sistema visual está funcionando aún a su máxima capacidad, cuando ocurre el inicio del episodio de dormir, es decir las vías visuales, están aún en un nivel muy diferente, de otras etapas del sueño. Es como si los sistemas no topográficos digitales de procesamiento visual tienen aún que cerrarse por completo. En los sueños al iniciar el episodio de

dormir hay una gran cantidad de imágenes visuales muy vívidas, del mundo exterior que todavía está presentes, pues no hay una desconexión total de las cortezas visuales. Mientras menos complejas y variadas son las experiencias visuales de la vigilia, las ensoñaciones al iniciar el sueño serán visualmente más vívidas que los sueños de otras etapas del dormir.<sup>41</sup>

### **Dormir sin evocación del soñar.**

Los recuerdo de los sueños, se han demostrado que están influenciados por muchos factores, como la actitud que se tiene hacia el soñar (entre más interesado o motivado estén los individuos, tendrán con más frecuencia la recuperación de los mismos), la personalidad (algunos rasgos psicológicos predispone a una mayor cantidad de evocación), el género (las mujeres son más a menudo capaces de recordar los sueños que los hombres) y las características emocionales de determinadas ensoñación.<sup>42</sup> Hay en particular, una relación positiva entre el mayor número de despertares nocturnos largos (diez o más segundos) y el número de los sueños que se logran recordar a la mañana siguiente, esto se ha observado tanto en individuos sanos y en pacientes con insomnio. Por el contrario, una relación negativa entre la frecuencia de recuerdo de los sueños y el número de movimientos periódicos de las piernas, se ha observado en pacientes con síndrome de piernas inquietas, probablemente debido a la corta duración de los despertares en estos pacientes (microdespertares de segundos).

Para arrojar algo de luz sobre esta cuestión, dentro de un protocolo de investigación de cuatro noches, se evaluaron tres índices de recuerdo de los sueños, a saber: (a) la proporción de sujetos con evocación exitosa (sujetos REC), (b) el número de sueños recordados por temas (REC tems), y (c) el número de sueños recordados por todos los sujetos después de una noche de recuperación, posterior a un período de 40 h de privación de sueño total, en comparación con los observados en las noches de adaptación y en la noche basal. Por otra parte, las posibles relaciones entre estos índices de recuerdo de los sueños y los parámetros macro estructurales de sueño (medida por medios de



los registros polisomnográfico, esto es la llamada arquitectura del dormir), fueron evaluados en las tres noches. En los resultados se observaron que la noche de recuperación después de la privación de sueño total, las personas, voluntarios sanos que participaron en el estudio, tuvieron mayor dificultad para recordar lo que habían soñado. Esto se interpretó, como que es necesario tener despertares en la noche, para recordar lo soñado. Y que el rebote después de 40 horas de privación de sueño se hace a expensas del sueño delta, una de las etapas del dormir en donde no se ha detectado actividad onírica. Esto es, a mayor eficacia del dormir, con pocos o nulos despertares, no hay evocación de las ensoñaciones, lo cual no significa que no se sueña, pero el problema de la memoria y las ensoñaciones es una de las interrogantes que aguarda dilucidación. ¿Por qué, si las ensoñaciones tienen un componente emocional relevante, no se recuerdan, de igual forma que lo que sucede al estar despiertos y con contenido emocional relevante? Una propuesta en este sentido, es que la memoria de trabajo, coordinada por la región prefrontal este inactiva.<sup>43</sup>

### Actividad onírica sin sueño mor.

Paraprobar si las actividades mentales recolectadas en el sueño NO-MOR se ven influidas por el sueño MOR, en el siguiente estudio se provocó una supresión del sueño MOR usando clomipramina 50 mg o placebo administrada al inicio de la noche en un estudio con polisomnografía. Este fue un diseño cruzado “doble ciego”, en el cual participaron 11 hombres jóvenes sanos. Los sujetos fueron despertados cada hora y se le preguntó acerca de su actividad mental. La supresión del sueño MOR (del 81%, rango de 39 a 98%), inducida por la clomipramina no afectó significativamente, cualquier aspecto de recuerdo de los sueños (longitud del informe, la complejidad, la rareza, la amenidad y la auto-percepción en el sueño o el pensamiento de tipo reflexivo). Las ensoñaciones largas y complejas, así como extrañas, persistieron incluso con la supresión de sueño MOR, ya sea parcial o totalmente, lo que sugiere que la generación de la actividad mental durante el sueño es independiente del estadio de sueño. Es decir, que bien pueden ser procesos paralelos, con relativa

dependencia uno del otro, pero dissociables. Por ejemplo, se requiere de estar dormido para soñar en el estilo clásico ya descrito, pero al parecer, esto no se limita a una fase o estadio de sueño en que esta actividad mental ocurre.<sup>44</sup>

Las diferencias entre los informes obtenidos en las fases de sueño No- MOR y MOR, han llevado a cuestionar el modelo de “Activación Síntesis”, que postula que hay un estado fisiológico, que facilita las características cualitativas del contenido mental<sup>22</sup>. Este modelo de “Activación – Síntesis”, ha sido puesto en cuestión por aquellos que sugieren que la generación de las ensoñaciones implica el mismo mecanismo independiente, de la fase del sueño en que se producen,<sup>45,46</sup> por lo que el soñar es en gran medida independiente de la fisiología del sueño MOR. La observación de que el soñar puede ser eliminado por completo en lesiones o la lobotomía prefrontal o por lesiones del cerebro anterior, que no incluyen al tronco cerebral (generador de sueño MOR) es otro hallazgo que apoya el modelo de un generador independiente de las ensoñaciones al de las diferentes etapas del dormir.<sup>47,48</sup> Sin embargo, los recientes hallazgos independientes confirman la hipótesis de que la neurofisiológica y los mecanismos de codificación y recuperación de recuerdos episódicos son en gran medida comparables a través de la vigilia y el sueño. Estudios de lesión cerebral y de neuroimagen convergen en señalar que la unión de la corteza prefrontal ventro medial y el área de asociación temporo-parieto-occipital desempeñan un papel crucial en el recuerdo de los ensoñaciones.<sup>48</sup> Las observaciones preliminares de tipo neuropsicológicas se enfocaron al tronco cerebral, de acuerdo con la opinión de que los mecanismos de inicio y mantenimiento del sueño MOR y esto implica que aunque los mecanismos del tronco cerebral también son responsables de la generación de sueño MOR. Sin embargo, se informó que las lesiones del tronco cerebral no necesariamente abolían lo soñado. Estos informes clínicos describen a dos pacientes que soñaban con muy poco o casi nada, después respectivamente de una lesión bilateral occipital-temporal y también con lesiones occipitales bilaterales.<sup>49</sup>



Una de las observaciones del estudio de personas con lesiones de la corteza cerebral, y las ensoñaciones fue que la presencia de daños en los lóbulos frontales no se asocia sistemáticamente con la pérdida de las ensoñaciones, y que las lesiones en los lóbulos parietales y lesiones que se asocian al síndrome de la des conectividad podría causar una pérdida de soñar, sin que sea necesario que se involucren ambos hemisferios. Por otra parte, hay reportes del cese de las ensoñaciones después de lesiones unilaterales izquierdas o derecha que fueron igual de frecuentes, que los daños bilaterales, asociados a ausencia de ensoñaciones. Esto es, una lesión en cualquier hemisferio podría ser suficiente para causar la pérdida de la actividad onírica, (es decir, las lesiones cerebrales unilaterales). Por lo anterior se ha propuesto que las ensoñaciones pueden tener componentes complementario en cada hemisferio cerebral. En el hemisferio derecho, se proporciona el material básico para las ensoñaciones, mientras que en el hemisferio izquierdo se proporcionan los medios para la decodificación. Esto de hecho ocurre en otras funciones como el lenguaje, en donde la zona del lenguaje articulado, en personas diestras se localiza en la zona de Broca en el hemisferio izquierdo, mientras que en el mismo sitio, en el hemisferio derecho, se manejan funciones de entonación, pronunciación y el ritmo musical.<sup>50</sup>

La idea de que se generen mecanismos que subyacen a los sueños y mediados por áreas corticales específicas fue apoyada por nuevas reevaluaciones de estudios de lesiones que permitieron esbozar la red de las áreas corticales implicadas en el sueño. Lesiones unilaterales (o, en algunos casos, las lesiones bilaterales) ubicada en las regiones de la unión temporo-parieto-occipital, cuya lesión se asocia a una pérdida completa de soñar, lo que sugiere que esta zona podría ser esencial para soñar en sí misma.<sup>5</sup> Este hallazgo es crucial, ya que ha sido reconocido mucho tiempo que la red cortical para la representación espacial se centra en la porción inferior de el lóbulo parietal, que sirve en varios procesos cognitivos implicados en la imaginación en el estado de despierto. Lo anterior apoya la propuesta de que la actividad onírica es independiente de la fase del sueño en que

se presenta. En lesiones del tallo cerebral, en zonas vinculadas a los mecanismos vinculados al sueño MOR, aún cuando hay disminución de esta fase del dormir, no hay deterioro de las ensoñaciones. Mientras que lesiones del área parieto-temporo-occipital, produce ausencia de actividad onírica, aun cuando el sueño MOR, sigue estando presente.

La amígdala está implicada tanto en el control de la codificación y recuperación de recuerdos emocionales y la expresión de las emociones durante la vigilia.<sup>51</sup> Por lo tanto, se puede también suponer que este implicada en el procesamiento de los recuerdos emocionalmente significativos durante el sueño y la carga emocional en sueños podría estar relacionada con su nivel de activación. En forma consistente con esta hipótesis, una actividad más elevada de la amígdala en sueño MOR y sueño No-MOR,<sup>51</sup> sería de esperarse, en comparación con el estado de vigilia, y una activación bilateral de la amígdala en sujetos capaces de evocar bien su actividad onírica al despertar del sueño MOR, y en efecto, esto es lo que se ha reportado. Sin embargo, los estudios de neuroimagen parecen tener limitaciones propias por su baja resolución temporal, que hace que se tenga una dificultad intrínseca en evaluar los cambios, en escalas de tiempo mucho más largas.<sup>27</sup> Otro campo de interés en el estudio neurocognitivo de las ensoñaciones, se refiere a aquellas personas con limitaciones motoras, o de tipo auditivas. Se puede presuponer que ante limitaciones de este tipo, habrá una sobre compensación de otras fuentes de información, diferentes a las que están ausentes. En un estudio se exploró esta hipótesis. Se estudiaron a individuos sin una alteración motora o de una deficiencia sensorial (no discapacitados), comparándolos con los que tienen un defecto en la información sensorial (congénitamente sordo-mudos), o en la salida del motora (congénitamente parapléjico). El grupo no discapacitados consistió de 43 estudiantes de la Universidad de Bonn. Los participantes con discapacidad auditiva fueron reclutados a través del foro de internet de la Comunidad de Sordomudos de Alemania. Se contactaron a 13 personas que estaban dispuestos a compartir sus relatos de sueños, dos habían adquirido su condición de ser

sordomudos, más tarde en sus vidas. Los siete participantes parapléjicos vinieron de un internado de la de Colonia y eran parapléjico desde el nacimiento.<sup>52</sup> Se contrastaron los reportes de los pacientes con limitaciones contra los voluntarios sanos. La hipótesis de la continuidad entre la realidad de vigilia y la de la fase onírica, predeciría, que el déficit en los pacientes, será compensado. El hallazgo de este grupo de investigadores, es que no hubo las diferencias compensadoras predichas. Ellos encontraron que la forma y el contenido de las ensoñaciones, desde el punto de vista sensorial era indiferente a la condición clínica subyacente del soñante. De manera sorprendentemente, incluso presentaban las modalidades sensoriales, que no tenían durante la fase del estar despiertos. Estas eran bastante comunes en los informes de sueño de los sujetos con discapacidad.

#### AUTOSCOPIA Y ACTIVIDAD ONÍRICA.

La hipótesis general surge de la suposición de que la alucinación de la imagen corporal durante el sueño implica la integración de la información con características perceptivo-somáticas del esquema corporal, con información que define la identidad de la autoimagen.<sup>53</sup> La representación de uno mismo en el sueño está dentro de las situaciones fisiológicas normales, por lo tanto, es un proceso complejo con muchos niveles fenomenológicos, que caracterizan la autopercepción, misma que se acompañan de experiencias emocionales diferentes.

El aspecto común es la ausencia de autocrítica o la reducción marcada de control cognitivo sobre el flujo de pensamientos. La fenomenología en la representación de la imagen corporal también esta en parte, asociada a las condiciones de sueño. Con base en el análisis de los informes de actividad onírica registrada en diferentes condiciones de sueño, Cicogna y Bosinelli,<sup>54</sup> han clasificado diferentes formas de auto-representación en los sueños:

**(a)** La presencia de Ser como un agente de pensamiento puro. La imagen corporal es totalmente ausente (Ejemplo: *"Yo estaba pensando en los problemas de mi examen. . . Yo tenía la imagen del libro abierto. . . ¿nada demás"*).

**(b)** La propia imagen corporal parcial o total, más o menos asociado con sensaciones propioceptivas, cenestésicas, agradables o dolorosas.

Esta representación es más completa que una simple presencia de pensamiento no corpórea. (Ejemplo: *"Estaba viendo mi cuerpo tendido en la cama, y era completamente blanco, a lo mejor beige. Tuve la oportunidad de verme a mí mismo acostado en la cama, en donde tenía para conciliar el sueño. . . No vi la habitación, ni la cama, sólo mi cuerpo y el color beige como el color de mi piel"*).

**(c)** La representación del yo como un observador pasivo de los acontecimientos oníricos. El soñador está dentro de la escena, pero no es más que un observador pasivo que no toma parte en la escena onírica. (Ejemplo: *"Yo estaba en una estación de servicio y que estaba observando esta escena: un niño estaba montando un caballo inflable que tenía un motor dentro. Cuando sonó la señal de que el caballo tropezó contra un poste. El niño era mi sobrino"*).

**(d)** Una alucinación precisa de la mente y el cuerpo, de forma análoga a la vigilia. El soñador participa activamente en la eventos con una alucinación plurisensorial del Yo, al igual que el conocimiento de sí mismo que uno experimenta al despertar. (Ejemplo: *"yo estaba en el coche y estaba hablando con mi novia, estábamos hablando de un edificio. . . Yo estaba involucrado en una discusión, que no me gustaba. . . Se sentía como si estuviera en la vida real"*).

**(e)** La identificación con otros personajes en el sueño. La experiencia de tipo onírica, en sí misma, es sui generis, expresada ya sea por forma de realización de actividades en le sueño o la identificación de otros personajes o incluso objetos. (Ejemplo: *"Un montón de hermosas actrices. . . Yo estaba transformado y convertido en un actor famoso"* y *"Yo estaba dentro de una máquina fotocopidora gigantesca; Yo sabía que estaba en el interior, como una entidad abstracta, como una mente, yo era la máquina, así que no me pude ver a mí mismo"*).

**(f)** Una doble representación del uno-mismo con dos funciones distintas y relativamente activas. Por ejemplo, el soñador juega tanto el papel del

personaje principal y la de un observador o bien desempeña funciones de diferentes protagonistas. (Ejemplo: “ *Yo estaba en América del Sur, estaba montando un caballo, y otras personas estaban conmigo. . .nosotros perseguíamos a un hombre, que también era yo mismo, pero él (l) tenía muy poco dinero* ”).

La representaciones de la auto-imagen durante el sueño MOR, es muy similares a la percepción que se tiene durante la vigilia. Esto incluye alucinaciones precisas de la mente y el cuerpo. El sujeto en estas situaciones tiene alucinación complejas de sí mismo, que implican tanto la representación de su esquema corporal y de sus experiencias, como vinculados a los pensamientos y a las emociones. En contraste, durante el inicio del sueño (SO- sleep onset) y sueño de ondas lentas (sueño no MOR), se ha observado una representación polimorfa de la imagen corporal.<sup>53</sup> En particular, en ambos SO y sueño No MOR, con mayor frecuencia dan lugar, a la representación parcial de la persona en una forma sin cuerpo. El ser es como un agente que está pensado, o en la forma de un cuerpo estático o simples observadores de la escena del sueño sin sentimientos o la participación emocional. Esas dos condiciones de sueño tan diferentes unos de otros proporcionan aspectos de la percepción corporal que comparten ciertos elementos. Ciertamente, el inicio del sueño se tiene un importante característica fisiológica, ya que es una fase de transición entre dos condiciones, con diferentes niveles de cognición y vigilancia neurofuncional. La transición de la vigilia a sueño, implica una interrupción del contacto con el entorno, esto es se reduce la información de entrada externa y la interna corporal. Esta interrupción que es primero de comportamiento, antes de convertirse en fisiológica, implica un ritual de preparación a dormir, como es la colocación de uno mismo, en la posición supina, la cual reduce en gran medida la estimulación aferente. La oscuridad, el ambiente propicio para la reducción de estímulos aferentes sensoriales. Desde un punto de vista cognitivo, esta transición da paso a la experiencia mental particular de conciliar el sueño, que es un tipo de alucinación hipnagógica, en el que hay imágenes estática que se producen, en ausencia de una temática narrativa. La representación en

estas imágenes del soñador, está completamente ausente o, más frecuentemente, está fragmentada en modalidades parciales que pueden incluir la representación de sólo el cuerpo de uno mismo o el ser como un agente puro de tipo pensamiento. Esto es una consecuencia de la oscilación de la conciencia entre la vigilia y el sueño. Las aferencias sensoriales, aun no están inhibidas.<sup>55</sup> En contraste, durante el sueño No MOR, la auto-representación podría tener un origen diferente que está ligado a la activación parcial de la hipoactivación cortical y subcortical, que es particularmente acentuado en esta fase del sueño. Además, la representación de la autoimagen mas fidedigna, equivalente a la vigilia, durante el sueño MOR, está vinculada, a que la actividad onírica requiere del funcionamiento, esto es conectividad óptima de la región parieto-temporo-occipital. Concretamente la del lado derecho, la cual se ha identificado como el sitio de localización de la percepción personal o del uno-mismo. Esto es un área asociativa de confluencia de información corporal, contextualizada con las vivencias del uno-mismo ontológico ( a lo largo de la vida de la persona). Además, la activación neurofisiológica particular de ciertas áreas cerebrales involucradas en el procesamiento de la memoria podría facilitar la integración de la información procedente de los diferentes sistemas de memoria. Eso podría explicar por qué la autoimagen durante los sueños MOR, es con frecuencia similar a la percepción de la persona en estado de vigilia. Sin embargo, durante sueño No MOR, debido a la hipoactivación de las áreas corticales responsables de la actividad mnemónica, puede ser más difícil para el sistema cognitivo, llevar la información del uno-mismo, que implica, diferentes sistemas de memoria y proceso para producir una representación simbólica completa de la imagen corporal. En el sueño No-MOR, y en especial en la fase de sueño de ondas lentas delta, se tienen evidencias experimentales de que hay una desconexión entre las columnas que conforman el córtex. Esto se ha explorado con la inducción de corrientes en la corteza cerebral en personas con diferentes estadios de sueño y vigilia. La hipoactivación cortical en sueño No-MOR, crea una dificultad para contextualizar a la persona y con su entorno.<sup>53</sup>

## Ensoñaciones y memoria

Desde varias líneas de evidencia se refutan la hipótesis de que los recuerdos del tipo de la memoria declarativas son procesados / consolidan durante el sueño. Uno de los argumentos más fuertes en contra de un papel para el sueño en la memoria declarativa consiste en la demostración de que la supresión marcada o eliminación de sueño MOR en los sujetos con los fármacos antidepresivos o con lesiones del tronco cerebral no produce ningún efecto perjudicial sobre la cognición. La memoria procesal, como la memoria declarativa, se someten a un período lento, dependiente del tiempo de consolidación. Un proceso que se ha descrito recientemente es que el rendimiento en algunas tareas procesales mejoran con el mero paso del tiempo y que se ha denominado “*perfeccionamiento*”. Algunos estudios, pero no en otros, han informado de que la consolidación / mejoría de las habilidades perceptivas y motoras depende de sueño. Sugerimos que la consolidación o mejora, que se inició en la vigilia con la adquisición de tareas, podría en algunos casos, extenderse al dormir, pero el sueño no tendría ningún papel único en estos procesos. En suma, no hay pruebas convincentes para apoyar una relación entre el sueño y consolidación de la memoria.<sup>56</sup> Sin embargo, en lo referente al aprendizaje, es decir la incorporación de conocimiento, la historia es diferente. Ahora está bien establecido que un episodio de sueño, después de aprendizaje es beneficioso para el rendimiento de la memoria humana. Mientras tanto, los estudios en humanos y animales han demostrado que se re-expresa la actividad neuronal relacionada con el aprendizaje-durante la post-entrenamiento en la fase del sueño sin movimientos oculares o sueño No-MOR. El sueño No MOR parece ser particularmente beneficioso para las formas de aprendizaje que son hipocampo-dependiente. Estas observaciones sugieren que el aprendizaje desencadena la reactivación y reorganización de las huellas de la memoria durante el sueño, un proceso a nivel de sistemas que a su vez mejora el rendimiento conductual. Aquí, la hipótesis de que soñar con una experiencia de aprendizaje durante el sueño No MOR, se asocia con un mejor rendimiento en una tarea de memoria espacial dependiente del hipocampo. Un

grupo de sujetos fueron entrenados en una tarea de navegación virtual y luego de analizar de nuevo la misma tarea 5 horas después de la formación inicial. Mejoro el rendimiento la prueba, y esto se asoció fuertemente con la imagen de sueños relacionadas con las tareas durante la siestas. Los pensamientos o imaginación de la ejecución de las tareas relacionadas, durante la vigilia, en contraste, no predijeron un mejor rendimiento. Estas observaciones sugieren que la consolidación de la memoria durante el sueño en los seres humanos se facilita por la línea reactivación de recuerdos recién formados, y, además, que las experiencias durante el sueño reflejan este procesamiento de la memoria.<sup>57</sup>

Es posible que la facilitación del aprendizaje y la memoria declarativa, tengan una relación complementaria con respecto al dormir y el soñar. Hay que recalcar que ambos procesos no son sinónimos.<sup>58</sup> En trabajos sobre el dormir y la memoria, si hay claras evidencias de que sobre todo el sueño No-MOR, interviene en procesos de sinaptogénesis y una especie de “*poda*” de aprendizajes irrelevantes para la supervivencia. El olvido de lo superfluo, juega un papel relevante en todos estos procesos.<sup>59,60</sup>

## Psicopatología y ensoñaciones

Una de las posibles funciones del soñar pudiera estar vinculada con el manejo de información relacionada a eventos estresantes.<sup>61</sup> Esto se pone de relevancia en especial en personas que desarrolla en Síndrome de Estrés Postraumático (SEPT).

En la actual clasificación de las alteraciones psiquiátricas de la American Psychiatric Association, DSM-5 (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fifth Edition, 2013), se ha considerado un capítulo separado a la serie de eventos, los cuales son el resultado de experiencias de vida traumáticas para determinados seres humanos. Esta sección se denomina Alteraciones relacionadas a eventos traumáticos o estresantes. En esta se incluye al síndrome de estrés postraumático (SEPT).<sup>62</sup>

El SEPT es el resultado de haber estado expuesto o habersido testigo de un evento traumático. También el saber de un familiar o ser querido expuesto a este trauma. Se tiende a evitar situaciones o recuerdos que revivan la experiencia de estar sometidos al evento traumático.

Al poco tiempo de que sucede lo anterior (entre 4 a 6 semanas en promedio) hay la aparición de uno o mas de los siguientes síntomas:

1. Memorias intrusivas y vívidas del evento traumático.
2. Ensoñaciones recurrentes sobre el evento traumático.
3. Reacciones disociativas en donde la persona parece estar teniendo la experiencia del evento traumático.
4. Presión psicológica intensa que lleva a limitar sus actividades diarias.
5. Tendencia a conductas para evitar situaciones que recuerden o que faciliten la activación de memorias del evento traumático.
6. Alteraciones cognitivas y del estado de ánimo. Por ejemplo incapacidad para recordar hechos relevantes del evento.
7. Exageración de los elementos negativos del evento.
8. Distorsión cognitiva del evento.
9. Un estado negativo de ansiedad y horror vinculado al evento.
10. Incapacidad para reconocer sentimientos o emociones satisfactorias.

Las principales áreas de comorbilidad en personas con SEPT son depresión mayor, otras alteraciones por ansiedad, adicción al alcohol, trastornos del sueño. En mujeres y niños hay un aumento de la frecuencia de ideación suicida y de suicidios.<sup>62</sup>

Las alteraciones del dormir son particularmente agudas en el SEPT.<sup>63</sup> Los trastornos del sueño son muy prevalentes y una causa de grave de incapacidad para la persona que los sufren.<sup>64</sup> En los módulos de atención de salud mental para el SEPT, las alteraciones del sueño suelen no ser tomadas en cuenta, y se supone que es el contexto en el que la adaptación al trauma las intenta procesar a nivel cerebral. Sin embargo, hay claras evidencias de que

las alteraciones del sueño son en si una gama de manifestaciones promórbidas al establecimiento del SEPT.

El diagnóstico o el tratamiento de las quejas de pesadillas, movimientos de extremidades, e incluso de apneas del sueño de pacientes con SEPT se ignoran, aunque estos pueden ser las principales razones, para buscar ayuda con el médico o psicólogo. El insomnio parece ser uno de los síntomas residuales más comunes del SEPT, y sin embargo este es secundario a la hiperactividad neurovegetativa que presentan estas personas.<sup>65,66</sup>

Un evento traumático induce una reacción post-traumático de estrés en algunas personas. Esto se puede desarrollarse de manera completa SEPT, o puede expresarse a través de varios síntomas, de los que los trastornos del sueño forman parte.<sup>67</sup>

El SEPT consiste en tres grupos sintomáticos:

1. Actividad cognitiva intrusiva / volver a experimentar los síntomas, como "flashbacks" y/o pesadillas.
2. Los síntomas de evasión relacionados al evento (por ejemplo, evitar el pensamiento o situaciones vinculadas al evento).
3. Los síntomas de hiperactivación neurovegetativa, de los que el insomnio es solo una parte.

En el punto de vista actual, el insomnio y las pesadillas son síntomas secundarios al problema "real", que es el SEPT.<sup>68,69</sup> Los trastornos del sueño tiene un alto impacto y es un factor de riesgo para el desarrollo y cronicidad del SEPT. Los estudios epidemiológicos a gran escala encontraron una prevalencia de las pesadillas en el SEPT pacientes de todo 50-70%.<sup>70-72</sup> El insomnio también es frecuente en pacientes con trastorno de estrés postraumático, con estimaciones que varían de 40% a 50%,<sup>73</sup> dependiendo de los criterios utilizados. Dos estudios con mediciones objetivas, encontraron una incidencia de los trastornos del sueño con afectación de la respiración (TSAR) de alrededor del 50%.<sup>74</sup> Una serie de los estudios del sueño en las personas que buscan ayuda para los trastornos del sueño post-traumáticas encontraron



que los TSAR en más del 90% de los participantes,<sup>75</sup> utilizando las muestras que evalúan objetivamente los TSAR (bandas en torax, abdomen, termistores en nariz y boca).

Es de relevancia el mencionar, que en varios estudios se han indicado que los trastornos del sueño inmediatos al evento traumático, son un factor de riesgo para el desarrollo de SEPT. En informes subjetivos tanto de insomnio y pesadillas, que se han recabado después de un mes de experimentando un accidente de motor de vehículo, y previos al desarrollo de SEPT que ocurrió seis meses más tarde, la prevalencia de estas alteraciones del dormir fue elevada antes del SEPT.<sup>76</sup> En un estudio pequeño con 39 pacientes con trastorno de estrés postraumático (trauma civil) se reportó que las pesadillas postraumáticas surgen en un plazo de un mes, posterior al evento traumático y que esto predijo la severidad de los síntomas del SEPT, seis semanas mas tarde.<sup>77-81</sup> Un hecho a destacar al respecto, es que las pesadillas o en aumento de ensoñaciones, no son pautas adaptativas al trauma, sino la activación neurovegetativa de este evento.

Un aspecto intrigante de las pesadillas que preceden el SEPT, es que las personas que las desarrollaran en el curso del SEPT, no siempre están involucradas a revivir el evento que motivó el desarrollo el SEPT. Hay otro grupo de pesadillas, que se les ha llamado pesadillas idiopáticas, se presentan desde la infancia y persisten a lo largo de la vida.<sup>82</sup> Pudieran ser un factor de vulnerabilidad para el desarrollo del SEPT, pero no se ha explorado como tal.

## Neurobiología de las alteraciones del sueño en el sept.

El sueño MOR, como ya se ha revisado previamente, se inicia por los núcleos colinérgicos en el tallo cerebral y se caracteriza inicialmente por el aumento actividad de la acetilcolina liberada por los núcleos pedúnculo pontinos y tegmental ventral (LDT y PPT) localizados en el tegmento pontomesencefálico. A estas neuronas se les conoce como "REM-on", pues activan a las estructuras del rafé pontino que dan inicio al sueño MOR. Este se

termina cuando la actividad aminérgica aumenta nuevamente. Esto se ha representado como un tipo de actividad oscilatoria con un periodo de aproximadamente 90 a 120 minutos, en donde a lo largo de un episodio nocturno, se alterna entre sueño sin movimientos oculares rápidos y sueño MOR.<sup>83</sup> El sueño MOR, es probablemente importante para el procesamiento emocional de la información, por lo tanto, depende en gran medida, de este ciclo de alternancia de la actividad colinérgica y aminérgica.<sup>77</sup>

En pacientes con trastorno de estrés postraumático, se han reportado aumento de los niveles noradrenérgicos que pueden interrumpir este alternando ciclo colinérgica / aminérgico (noradrenalina es parte de esta última categoría de neurotransmisor).

El aumento de los niveles noradrenérgicos en el SEPT parecen estar asociados con la disfunción de la amígdala. Esta a su vez tiene conexiones con la corteza prefrontal y desempeñan un papel central en el procesamiento emocional, por ejemplo, el miedo relacionado con cierta información. La corteza prefrontal controla a la amígdala (e inhibe sus respuestas emocionales). Sin embargo, demuestra una disminución de su actividad durante el sueño MOR,<sup>84</sup> particularmente en el área dorsolateral. Además, existen proyecciones de la amígdala, directamente a los núcleos colinérgicos que inician y modulan el sueño MOR. La hiperactividad de la amígdala, resulta en una fragmentación o reducción de la duración promedio de cada uno de los episodios de sueño MOR, por la mencionada elevación de los niveles de noradrenalina. Hay varios estudios que han encontrado esto y un aumento de la densidad de movimientos de ojos por minuto de sueño MOR (densidad de sueño MOR).<sup>85</sup> El recordar con más frecuencia las ensoñaciones, se ha vinculado a la frecuencia, con que el paciente con SEPT se despierta por la fragmentación del sueño MOR. La misma activación de norepinefrina, podría explicar los movimientos periódicos de las extremidades durante el sueño MOR y las pesadillas, que se han estado manejando con eficacia con prazosin, que inhibe la liberación de norepinefrina.<sup>86</sup>



Las alteraciones del dormir y el aumento de la actividad onírica preceden al establecimiento formal del SEPT, por lo que se ha especulado que una de las funciones de la actividad onírica pudiera estar vinculada a un proceso de adaptación al estrés mediante la re-actuación de la situación motivo del SEPT.

No se tienen una cifra de cuantas personas pueden tener esta capacidad llamada resiliencia, y si uno de los mecanismos para obtenerla es la exposición gradual al evento traumático controlado en las ensoñaciones (Vg., un tipo de realidad virtual). El término resiliencia se refiere a la capacidad de los sujetos para sobreponerse a períodos de dolor emocional y traumas. Cuando un sujeto o grupo es capaz de hacerlo, se dice que tiene una resiliencia adecuada, y puede sobreponerse a contratiempos o incluso resultar fortalecido por éstos.<sup>87</sup>

Las pesadillas son un tipo de parasomnias frecuentemente asociadas con un rango de trastornos psiquiátricos, principalmente de ansiedad o depresión. Estas se inscriben dentro del patrón adaptativo de confrontación adscritas a la actividad onírica. Sin embargo, los niveles de activación amigdalina y por lo tanto emocionales, hacen que la persona se despierte llena de ansiedad, con un claro recuerdo del episodio onírico.<sup>88,89</sup>

En la actualidad se distinguen a las pesadillas idiopáticas, aquellas de rígen no esclarecido, con las del estrés post traumático. Sin embargo esta diferenciación es por las causas que motivan esta parasomnias, aunque desde el punto de vista fenomenológico no se pueden diferenciar. Ambos tipos de pesadillas se distinguen de los terrores del sueño, que también implican despertares basadas en el miedo, pero que suelen surgir de sueño no-MOR, y que no están acompañados por recuerdos de sueños intensos y no son estos los que provocan los despertares, la mayoría de las veces confusos, y sin reconocer el entorno. Estos terrores nocturnos se presentan en la primera parte de la noche.<sup>90</sup>

El modelo de simulación amenaza, discutido previamente para las ensoñaciones, tiene su mejor ejemplo en las pesadillas. En la teoría evolutiva se

asigna un papel central a los sueños, como una forma de resolver amenazas en la producción de las ensoñaciones y pesadillas. Revonsuo,<sup>3</sup> considera que las pesadillas son representaciones virtuales en donde se busca respuestas realistas a las amenazas de eventos subjetivamente.

En un estudio se investigó la relación entre la experiencia de pesadilla, la psicopatología y la personalidad en una muestra de 148 estudiantes de las escuelas australianas de edades comprendidas entre 12 y 18 años. En esta muestra, los adolescentes que experimentaron altos niveles de angustia, también tendía a experimentar altos niveles de pesadillas y despertares con angustia. No se encontraron diferencias significativas por género en cualquiera de las medidas de pesadilla. Todas las puntuaciones de psicopatología correlacionaron fuertemente con la ansiedad era el correlato más frecuente de pesadillas.<sup>91</sup>

Una de las alteraciones neurológicas, en donde la actividad onírica es parte de la sintomatología cardinal para el diagnóstico clínico es la narcolepsia. En esta enfermedad hay las siguientes manifestaciones clínicas: ataques de sueño (algunos con inicio directo a sueño MOR); cataplexia, parálisis de sueño, alucinaciones hipnagógicas e hipnapómpicas. Estas últimas son estados de alteración de conciencia en donde la persona inicia su actividad onírica recién se ha dormido, en los ataques breves de sueño.<sup>92</sup>

En un estudio reciente, se evaluó la actividad onírica de 118 narcolépticos. Sus sueños más frecuentes fueron divididos en cuatro grupos: (A) bajo Sensibilidad / sueños mundanos, (B) sueños vívidos sin molestias debidas a las emociones negativas, (C) pesadillas, (D) la reducción de pesadillas, posiblemente por la medicación. Las pesadillas se encontraron en un tercio de los pacientes. En comparación con la población general, las pesadillas parecen ser significativamente más prevalentes y ser parte de las bases neurobiológicas de la narcolepsia.

El papel de la deficiencia funcional de la hipocretinas u orexinas, que frenan el inicio del sueño y del

sueño MOR, y que forman parte de la fisiopatología de esta enfermedad, se han propuesto como parte de la explicación de las ensoñaciones vívidas y de las pesadillas.<sup>93</sup>

En la enfermedad de Parkinson también se han reportado alteraciones en la evocación de las ensoñaciones. Las parasomnias que con más frecuencia se reportan son las alteraciones conductuales del sueño MOR, sueños vívidos y pesadillas, en aproximadamente el 15 % de los pacientes. A esto se le agrega somnolencia y episodios ocasionales de ataques de sueño.<sup>94</sup>

## Conclusiones

El estudio de la actividad onírica mediante métodos neurocognitivos y con herramienta de las neurociencias básicas y clínicas, es una realidad, que avanza, utilizando diferentes paradigmas que antaño estaban desacreditados por la misma comunidad científica. Una aproximación básica es el estudio evolutivo de este tipo de actividad onírica, con las herramientas que se utilizan para otro tipo de procesos fisiológicos. No hay actividades corporales ociosas o fortuitas. El reto es buscar su explicación en el contexto de la teoría general evolutiva. La exploración de las variaciones de la conciencia a lo largo de las fases del sueño, se ha enfocado en aumentar la lucidez, o claridad de la experiencia de lo que se sueña, con lo cual se pueda recabar información fenomenológica sobre las ensoñaciones. La ciencia, a diferencia de la doctrina, o creencia, avanza rebatiendo y buscando limitaciones a las hipótesis que fueron funcionales y operativas, pero que ya no explican a satisfacción el fenómeno que las originó. Este es el caso de la hipótesis de "Activación y Síntesis". Inclusive, la posibilidad de que la actividad onírica, como un proceso en paralelo en donde las fases del dormir no sean suficientes o necesarias para este proceso, se ha empezado a discutir. Ciertamente la exploración de la actividad onírica, va a proporcionar información sobre lo que llamamos conciencia, como se comporta en las etapas del dormir y el estar despierto, y la similitud de mecanismo que se comparten y excluyen. Esta es un área de interés científico que crece, y que involucra a neurólogos, psicólogos, psiquiatras, neurocientíficos y neurofilósofos. Su utilidad clínica, será en definitiva algo relevante en el terreno de las neurociencias clínicas.

### Declaración de conflicto de intereses

No existen potenciales conflictos de interés para ninguno de los autores, en este informe científico.

### Fuentes de financiamiento

Los autores no han declarado fuente alguna de financiamiento para este informe científico.

# Referencias

1. Blum HP. Freud's private mini-monograph on his own dreams. A contribution to the celebration of the centenary of The interpretation of dreams. *Int J Psychoanal.* 2001;82(Pt 5):953-964.
2. Snyder F. Toward an evolutionary theory of dreaming. *Am J Psychiatry.* 1966;123(2):121-142.
3. Revonsuo A. The reinterpretation of dreams: an evolutionary hypothesis of the function of dreaming. *Behav Brain Sci.* 2000;23(6):877-901; discussion 904-1121.
4. Dwyer R, Van de Castle RL, Pimm BA. Dreams as a multidimensional expression of PSI. *Explore (NY).* 2010;6(4):263-268.
5. Marzano C, Ferrara M, Mauro F, Moroni F, Gorgoni M, Tempesta D, Cipolli C, De Gennaro L. Recalling and forgetting dreams: theta and alpha oscillations during sleep predict subsequent dream recall. *J Neurosci.* 2011;31(18):6674-6683.
6. McNamara P, Auerbach S, Johnson P, Harris E, Doros G. Impact of REM sleep on distortions of self-concept, mood and memory in depressed/anxious participants. *J Affect Disord.* 2010;122(3):198-207.
7. Bray N. Sleep: Inducing lucid dreams. *Nat Rev Neurosci.* 2014;15(7):428.
8. Sasaki Y. [Recent progress of neuroimaging studies on sleeping brain]. *Brain Nerve.* 2012;64(6):611-619.
9. Dement WC. History of sleep medicine. *Neurol Clin.* 2005;23(4):945-965, v.
10. Rowley JT, Stickgold R, Hobson JA. Eyelid movements and mental activity at sleep onset. *Conscious Cogn.* 1998;7(1):67-84.
11. Kales A, Hoedemaker FS, Jacobson A, Kales JD, Paulson MJ, Wilson TE. Mentation during sleep: REM and NREM recall reports. *Percept Mot Skills.* 1967;24(2):555-560.
12. Llinas RR, Pare D. Of dreaming and wakefulness. *Neuroscience.* 1991;44(3):521-535.
13. Siegel JM. REM sleep: a biological and psychological paradox. *Sleep Med Rev.* 2011;15(3):139-142.
14. Hobson JA, Hoffman SA, Helfand R, Kostner D. Dream bizarreness and the activation-synthesis hypothesis. *Hum Neurobiol.* 1987;6(3):157-164.
15. Kahn D, Stickgold R, Pace-Schott EF, Hobson JA. Dreaming and waking consciousness: a character recognition study. *J Sleep Res.* 2000;9(4):317-325.
16. Hobson JA, Pace-Schott EF, Stickgold R. Dreaming and the brain: toward a cognitive neuroscience of conscious states. *Behav Brain Sci.* 2000;23(6):793-842; discussion 904-1121.
17. Fosse R, Stickgold R, Hobson JA. The mind in REM sleep: reports of emotional experience. *Sleep.* 2001;24(8):947-955.
18. Sastre JP, Jouvet M. [Oneiric behavior in cats]. *Physiol Behav.* 1979;22(5):979-989.
19. Mahowald MW, Schenck CH. Rem sleep without atonia--from cats to humans. *Arch Ital Biol.* 2004;142(4):469-478.
20. Jouvet M. [Periodic recycling of the central nervous system by dreaming during paradoxical sleep]. *Union Med Can.* 1988;118(3):220-226.
21. Revonsuo A, Valli K. How to test the threat-simulation theory. *Conscious Cogn.* 2008;17(4):1292-1296; discussion 1297-1301.
22. McCarley RW, Hoffman E. REM sleep dreams and the activation-synthesis hypothesis. *Am J Psychiatry.* 1981;138(7):904-912.
23. Fuster JM. *Cortex and Mind: Unifying Cognition.* Los Angeles: Oxford University Press; 2003.
24. Valli K, Revonsuo A, Palkas O, Ismail KH, Ali KJ, Punamaki RL. The threat simulation theory of the evolutionary function of dreaming: Evidence from dreams of traumatized children. *Conscious Cogn.* 2005;14(1):188-218.
25. Fox KC, Nijboer S, Solomonova E, Domhoff GW, Christoff K. Dreaming as mind wandering: evidence from functional neuroimaging and first-person content reports. *Front Hum Neurosci.* 2013;7:412.
26. Lee Kavanau J. Evolutionary approaches to understanding sleep. *Sleep Med Rev.* 2005;9(2):141-152.
27. De Gennaro L, Marzano C, Cipolli C, Ferrara M. How we remember the stuff that dreams are made of: neurobiological approaches to the brain mechanisms of dream recall. *Behav Brain Res.* 2012;226(2):592-596.
28. La Berge SP, Nagel LE, Dement WC, Zarcone VP, Jr. Lucid dreaming verified by volitional communication during REM sleep. *Percept Mot Skills.* 1981;52(3):727-732.
29. Stumbrys T, Erlacher D, Schädlich M, Schredl M. Induction of lucid dreams: a systematic review of evidence. *Conscious Cogn.* 2012;21(3):1456-1475.

30. Stoerig P. The neuroanatomy of phenomenal vision: a psychological perspective. *Ann N Y Acad Sci.* 2001;929:176-194.
31. Avery MC, Dutt N, Krichmar JL. Mechanisms underlying the basal forebrain enhancement of top-down and bottom-up attention. *Eur J Neurosci.* 2014;39(5):852-865.
32. Saifullah M, Balkenius C, Jonsson A. A biologically based model for recognition of 2-D occluded patterns. *Cogn Process.* 2014;15(1):13-28.
33. Deco G, Schurmann B. A neuro-cognitive visual system for object recognition based on testing of interactive attentional top-down hypotheses. *Perception.* 2000;29(10):1249-1264.
34. Barrett D, McNamara P. *Encyclopedia of sleep and dreams : the evolution, function, nature, and mysteries of slumber.* Santa Barbara, Calif.: Greenwood; 2012.
35. Wamsley EJ, Perry K, Djonlagic I, Reaven LB, Stickgold R. Cognitive replay of visuomotor learning at sleep onset: temporal dynamics and relationship to task performance. *Sleep.* 2010;33(1):59-68.
36. Arnulf I. The 'scanning hypothesis' of rapid eye movements during REM sleep: a review of the evidence. *Arch Ital Biol.* 2011;149(4):367-382.
37. Boeve BF. REM sleep behavior disorder: Updated review of the core features, the REM sleep behavior disorder-neurodegenerative disease association, evolving concepts, controversies, and future directions. *Ann N Y Acad Sci.* 2010;1184:15-54.
38. Windt JM, Noreika V. How to integrate dreaming into a general theory of consciousness--a critical review of existing positions and suggestions for future research. *Conscious Cogn.* 2011;20(4):1091-1107.
39. Sprenger A, Lappe-Osthege M, Talamo S, Gais S, Kimmig H, Helmchen C. Eye movements during REM sleep and imagination of visual scenes. *Neuroreport.* 2010;21(1):45-49.
40. Masquelier T, Albantakis L, Deco G. The timing of vision - how neural processing links to different temporal dynamics. *Front Psychol.* 2011;2:151.
41. Mazzetti M, Bellucci C, Mattarozzi K, Plazzi G, Tuozi G, Cipolli C. REM-dreams recall in patients with narcolepsy-cataplexy. *Brain Res Bull.* 2010;81(1):133-140.
42. Kavanau JL. Dream contents and failing memories. *Arch Ital Biol.* 2002;140(2):109-127.
43. Giustino G. Memory in dreams. *Int J Psychoanal.* 2009;90(5):1057-1073.
44. Oudiette D, Dealberto MJ, Uguccioni G, Golmard JL, Merino-Andreu M, Tafti M, Garma L, Schwartz S, Arnulf I. Dreaming without REM sleep. *Conscious Cogn.* 2012;21(3):1129-1140.
45. Antrobus J. Dreaming: cognitive processes during cortical activation and high afferent thresholds. *Psychol Rev.* 1991;98(1):96-121.
46. Foulkes D, Kerr NH. Point of view in nocturnal dreaming. *Percept Mot Skills.* 1994;78(2):690.
47. Jus A, Jus K, Villeneuve A, Pires A, Lachance R, Fortier J, Villeneuve R. Studies on dream recall in chronic schizophrenic patients after prefrontal lobotomy. *Biol Psychiatry.* 1973;6(3):275-293.
48. Solms M. Dreaming and REM sleep are controlled by different brain mechanisms. *Behav Brain Sci.* 2000;23(6):843-850; discussion 904-1121.
49. Stumbrys T, Erlacher D, Schredl M. Testing the involvement of the prefrontal cortex in lucid dreaming: a tDCS study. *Conscious Cogn.* 2013;22(4):1214-1222.
50. Meissner WW. The mind-brain relation and neuroscientific foundations: III. Brain and psychopathology, the split brain, and dreaming. *Bull Menninger Clin.* 2006;70(3):179-201.
51. De Gennaro L, Cipolli C, Cherubini A, Assogna F, Cacciari C, Marzano C, Curcio G, Ferrara M, Caltagirone C, Spalletta G. Amygdala and hippocampus volumetry and diffusivity in relation to dreaming. *Hum Brain Mapp.* 2011;32(9):1458-1470.
52. Voss U, Tuin I, Schermelleh-Engel K, Hobson A. Waking and dreaming: related but structurally independent. Dream reports of congenitally paraplegic and deaf-mute persons. *Conscious Cogn.* 2011;20(3):673-687.
53. Occhionero M, Cicogna PC. Autoscopical phenomena and one's own body representation in dreams. *Conscious Cogn.* 2011;20(4):1009-1015.
54. Cipolli C, Bolzani R, Tuozi G, Fagioli I. Active processing of declarative knowledge during REM-sleep dreaming. *J Sleep Res.* 2001;10(4):277-84.
55. Dijk DJ. Sleep research: observing dreams and inducing hypnagogic images. *J Sleep Res.* 2012;21(1):1-2.
56. Vertes RP. Memory consolidation in sleep; dream or reality. *Neuron.* 2004;44(1):135-48.
57. Wamsley EJ, Tucker M, Payne JD, Benavides JA, Stickgold R. Dreaming of a learning task is associated with enhanced sleep-dependent memory consolidation. *Curr Biol.* 2010;20(9):850-55.
58. Wamsley EJ, Stickgold R. Dreaming and offline memory processing. *Curr Biol.* 2010;20(23):R1010-13.
59. Simon M. [Is it still the "royal way"? The dream as a junction of neurobiology and psychoanalysis]. *Psychiatr Hung.* 2011;26(6):378-92.

60. Stickgold R, Hobson JA, Fosse R, Fosse M. Sleep, learning, and dreams: off-line memory reprocessing. *Science*. 2001;294(5544):1052-57.
61. Empson J, Wang MB. Sleep and dreaming. 3rd ed. Houndmills, Basingstoke, Hampshire ; New York, N.Y.: Palgrave; 2002.
62. Association AP. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. FIFTH EDITION ed; 2013.
63. Lipper S, Edinger JD, Stein RM. Sleep disturbance and PTSD. *Am J Psychiatry*. 1989;146(12):1644-45.
64. March JS. Sleep disturbance in PTSD. *Am J Psychiatry*. 1990;147(12):1697-98.
65. Nadelson CC. Consequences of rape: clinical and treatment aspects. *Psychother Psychosom*. 1989;51(4):187-92.
66. Nadorff MR, Nazem S, Fiske A. Insomnia symptoms, nightmares, and suicidal ideation in a college student sample. *Sleep*. 2011;34(1):93-8.
67. Otte C, Lenoci M, Metzler T, Yehuda R, Marmar CR, Neylan TC. Hypothalamic-pituitary-adrenal axis activity and sleep in posttraumatic stress disorder. *Neuropsychopharmacology*. 2005;30(6):1173-1180.
68. Sher L. The concept of post-traumatic mood disorder. *Med Hypotheses*. 2005;65(2):205-10.
69. Sher L. The concept of post-traumatic mood disorder and its implications for adolescent suicidal behavior. *Minerva Pediatr*. 2008;60(6):1393-99.
70. Neylan TC, Metzler TJ, Schoenfeld FB, Weiss DS, Lenoci M, Best SR, Lipsey TL, Marmar CR. Fluvoxamine and sleep disturbances in posttraumatic stress disorder. *J Trauma Stress*. 2001;14(3):461-67.
71. Neylan TC, Mueller SG, Wang Z, Metzler TJ, Lenoci M, Truran D, Marmar CR, Weiner MW, Schuff N. Insomnia severity is associated with a decreased volume of the CA3/dentate gyrus hippocampal subfield. *Biol Psychiatry*. 2010;68(5):494-96.
72. Neylan TC, Otte C, Yehuda R, Marmar CR. Neuroendocrine regulation of sleep disturbances in PTSD. *Ann N Y Acad Sci*. 2006;1071:203-15.
73. Maisuradze L, Lortkipanidze N, Elizishvili M, Gvilia I, Darchia N. Posttraumatic stress disorder and insomnia development in individuals displaced from Shida Kartli, Georgia. *Georgian Med News*. 2010(180):64-9.
74. Schoenfeld FB, Deviva JC, Manber R. Treatment of sleep disturbances in posttraumatic stress disorder: a review. *J Rehabil Res Dev*. 2012;49(5):729-52.
75. Krakow B, Lowry C, Germain A, Gaddy L, Hollifield M, Koss M, Tandberg D, Johnston L, Melendrez D. A retrospective study on improvements in nightmares and post-traumatic stress disorder following treatment for co-morbid sleep-disordered breathing. *J Psychosom Res*. 2000;49(5):291-98.
76. Raskind MA, Peskind ER, Kanter ED, Petrie EC, Radant A, Thompson CE, Dobie DJ, Hoff D, Rein RJ, Straits-Troster K, Thomas RG, McFall MM. Reduction of nightmares and other PTSD symptoms in combat veterans by prazosin: a placebo-controlled study. *Am J Psychiatry*. 2003;160(2):371-73.
77. Mellman TA, David D, Kulick-Bell R, Hebding J, Nolan B. Sleep disturbance and its relationship to psychiatric morbidity after Hurricane Andrew. *Am J Psychiatry*. 1995;152(11):1659-63.
78. Mellman TA, Hipolito MM. Sleep disturbances in the aftermath of trauma and posttraumatic stress disorder. *CNS Spectr*. 2006;11(8):611-15.
79. Mellman TA, Knorr BR, Pigeon WR, Leiter JC, Akay M. Heart rate variability during sleep and the early development of posttraumatic stress disorder. *Biol Psychiatry*. 2004;55(9):953-56.
80. Mellman TA, Kulick-Bell R, Ashlock LE, Nolan B. Sleep events among veterans with combat-related posttraumatic stress disorder. *Am J Psychiatry*. 1995;152(1):110-15.
81. Mellman TA, Kumar A, Kulick-Bell R, Kumar M, Nolan B. Nocturnal/daytime urine noradrenergic measures and sleep in combat-related PTSD. *Biol Psychiatry*. 1995;38(3):174-179.
82. Nielsen T, Levin R. Nightmares: a new neurocognitive model. *Sleep Med Rev*. 2007;11(4):295-10.
83. McCarley RW. Mechanisms and models of REM sleep control. *Arch Ital Biol*. 2004;142(4):429-67.
84. Hobson JA. Arrest of firing of aminergic neurones during REM sleep: implications for dream theory. *Brain Res Bull*. 1999;50(5-6):333-34.
85. Mellman TA, Bustamante V, Fins AI, Pigeon WR, Nolan B. REM sleep and the early development of posttraumatic stress disorder. *Am J Psychiatry*. 2002;159(10):1696-1701.
86. Dierks MR, Jordan JK, Sheehan AH. Prazosin treatment of nightmares related to posttraumatic stress disorder. *Ann Pharmacother*. 2007;41(6):1013-17.
87. Husain SA. Trauma, resiliency and recovery in children: lessons from the field. *Psychiatr Danub*. 2012;24 Suppl 3:S277-84.
88. Hasler B, Germain A. Correlates and Treatments of Nightmares in Adults. *Sleep Med Clin*. 2009;4(4):507-517.
89. Nielsen T, Powell RA, Kuiken D. Nightmare frequency is related to a propensity for mirror behaviors.

- Conscious Cogn. 2013;22(4):1181-88.
90. Lapierre O, Montplaisir J. [Parasomnia]. *Encephale*. 1992;18(4):353-60.
  91. Roberts J, Lennings, C.J. Personality, psychopathology and nightmares in young people. *Personality and Individual Differences* 2006;41:11.
  92. Salin-Pascual RJ. [Hypocretins and adenosine in the regulation of sleep]. *Rev Neurol*. 2004;39(4):354-358.
  93. Pisko J, Pastorek L, Buskova J, Sonka K, Nevsimalova S. Nightmares in narcolepsy: underinvestigated symptom? *Sleep Med*. 2014;15(8):967-72.
  94. Lauterbach EC. The neuropsychiatry of Parkinson's disease. *Minerva Med*. 2005;96(3):155-73.



The background of the page is a complex, abstract geometric pattern. It consists of a network of thin, light gray lines that intersect at various points, creating a series of irregular polygons and shapes. Small, dark gray dots are placed at many of these intersection points, acting as nodes in the network. The overall effect is a sense of interconnectedness and complexity, reminiscent of a neural network or a molecular structure.

Revista Mexicana de Neurociencia, 2015; 16(1): 90-114

**[www.revmexneuroci.com](http://www.revmexneuroci.com)**