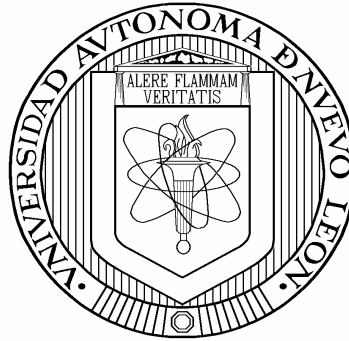


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA**



**Efectos de la privación de 24 horas del dormir sobre los almacenes  
fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo**

**TESIS**

para obtener el grado de  
**Maestría en Ciencias con Opción en Cognición y Educación**

Presenta:

**JACQUELINE DEL ANGEL CRUZ**

Monterrey, N. L., México, enero de 2011

**Universidad Autónoma de Nuevo León**  
**Facultad de Psicología**  
**Subdirección de Posgrado**  
**Comité de tesis Maestría en Ciencias con Opción en Cognición y**  
**Educación**

La presente tesis titulada “Efectos de la privación de 24 horas del dormir sobre los almacenes fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo” presentada por Jacqueline Del Ángel Cruz ha sido aprobada.

---

Dr. Pablo Valdez Ramírez  
Director de tesis

---

Dra. Ma. Candelaria Ramírez Tule  
Revisor de tesis

---

Dr. Víctor Manuel Padilla Montemayor  
Revisor de tesis

Monterrey, N. L., México, enero de 2011

### **Dedicatoria**

A mis padres Felipe y Eufracia, a quienes amo con todo mi ser y agradezco su comprensión, cariño, apoyo en la realización de todos mis sueños y sobre todo por creer en mí.

A mis queridos hermanos Luis y Osevelit a quienes respeto y admiro. A Nora por su cariño y a mis sobrinos Fer, Jacky y Leo por llenar mi vida de alegría.

A Leo, Mari, Mario, Hugo y Raúl por estar a mí lado. A Rosa Elena Del Angel por guiar mi camino y estar en los momentos más importantes de mi vida.

A la familia Salinas quienes me han apoyado incondicionalmente.

A Miriam y Caro por su amistad y compañía.

Y en especial a Fernando Salinas, quien ha llenado mi vida de momentos mágicos y por estar a mi lado para apoyarme, comprenderme y vivir esta gran aventura juntos.

## **Agradecimientos**

Al esfuerzo y dedicación de los participantes que colaboraron en este proyecto.

A los Doctores. Pablo Valdez Ramírez, Candelaria Ramírez Tule, Xóchitl Ortiz Jiménez, Aída García García, por guiarme en el camino de la investigación, por apoyarme y creer en mí.

Al Dr. Víctor Manuel Padilla Montemayor, por su apoyo en el desarrollo del documento.

Al profesor Hugo Tirado, a mis compañeros Diana, Juventino, Gabriela, Martha, Mariana, Javier, Fernanda, Jorge, Nirka, Benito, Anahí y Layla por su apoyo incondicional.

Al Director de esta facultad: Mtro. José Armando Peña Moreno y al Mtro. Arnoldo Téllez López, el apoyo que me brindaron durante la realización de mis estudios.

También Agradezco, a mis familiares, amigos y a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo en los buenos y en los malos momentos.

Y en especial a Dios por concederme serenidad para aceptar las cosas que no podía cambiar, valor para cambiar las que sí podía y sabiduría para discernir la diferencia.

## Resumen

### **Efectos de la privación de 24 horas del dormir sobre los almacenes fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo**

La privación del dormir afecta procesos cognoscitivos básicos como la memoria de trabajo, cuya función es mantener brevemente la información para su análisis y comprensión. Cuenta con un almacén fonológico encargado de procesar información verbal y un almacén visoespacial que procesa información visual. El objetivo de este trabajo, fue analizar los efectos de la privación de 24 horas del dormir sobre los almacenes fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo. Participaron 18 estudiantes voluntarios, entre 16 y 20 años (edad promedio =  $17.83 \pm 1.10$ ), que fueron asignados aleatoriamente a un grupo con y sin privación del dormir. Ambos grupos respondieron tareas en el laboratorio de las 06:00 a las 12:00 h. Los resultados de la investigación indican, que el grupo privado presentó disminución en el porcentaje de respuestas correctas en la tarea fonológica en comparación al grupo no privado (grupo no privado =  $89.43 \pm 7.12$ , grupo privado =  $78.34 \pm 11.82$ ,  $U = 18$ ,  $p < 0.05$ ). En la tarea visoespacial, el grupo privado del dormir mostró un aumento en el tiempo de reacción a lo largo del día en comparación al grupo no privado (grupo no privado =  $907.79 \pm 160.29$ , grupo privado =  $1076.14 \pm 74.08$ ,  $U = 13$   $p < 0.05$ ). La privación del dormir puede reducir el procesamiento de información fonológica, es decir, problemas para seguir instrucciones o leer y disminuir la capacidad para almacenar información visual, es decir, problemas para manejar un vehículo o resolver problemas matemáticos.

**Palabras clave:** Privación del dormir, memoria de trabajo, almacén fonológico y visoespacial.

## Abstract

### Effects of 24-h sleep deprivation on phonological and visuospatial components of working memory

Sleep deprivation affects different cognitive processes like working memory. The working memory is a cognitive processes to keep the information for short time while understanding. The working memory has one phonological storage for the processing of verbal information and one visuospatial storage is important for the processing of the analysis visual task. The objective of this investigation was to determine the effect of sleep deprivation of 24 hours on the components of working memory. 18 undergraduate students participated, with an age range between 16 to 20 years ( $17.83 \pm 1.10$ ). They were assigned to one slept as usual group and other sleep deprived group for 24 hours. Both groups were recorded in the laboratory at 06:00h to 12:00h. It watched in the phonological memory task the sleep deprived group showed less correct responses than slept as usual group (slept as usual group =  $89.43 \pm 7.12$ , sleep deprived group =  $78.34 \pm 11.82$ ,  $U = 18$ ,  $p < 0.05$ ). Sleep deprived group to late to answer the task visuospatial storage than slept as usual group (slept as usual group =  $907.79 \pm 160.29$ , sleep deprived group =  $1076.14 \pm 74.08$ ,  $U = 13$ ,  $p < .05$ ). The sleep deprivation can cause a decrease in speed of visual information storage, which can affect driving skills as a vehicle or solve math problems.

**Key words:** sleep deprivation, working memory, phonological and visuospatial components.

## Índice

Dedicatoria.....	3
Agradecimientos .....	4
Resumen .....	5
Abstract.....	6
Capítulo I .....	11
Introducción.....	11
Definición del Problema .....	12
Justificación de la Investigación .....	13
Objetivo General .....	14
Objetivos específicos: .....	14
Hipótesis .....	14
Limitaciones y Delimitaciones .....	15
Capítulo II .....	16
Marco Teórico .....	16
El dormir .....	16
Estados del dormir.....	18
El dormir sin Movimientos Oculares Rápidos (No MOR).....	18
El dormir de Movimientos Oculares Rápidos (MOR).....	19
Duración del dormir .....	19
Teorías sobre la función del dormir .....	22
Teoría homeostática .....	22
Teoría reostática o de los ritmos biológicos .....	23
Privación del dormir .....	27
La memoria.....	29
Memoria sensorial.....	31
Memoria a corto plazo.....	32
Memoria a largo plazo.....	32
Memoria de Trabajo.....	33
Sistema ejecutivo central .....	34
Almacén fonológico.....	35
Almacén visoespacial.....	36
Memoria de trabajo y privación del dormir .....	37
Capítulo III .....	43

Método .....	43
Participantes .....	43
Aparatos e instrumentos .....	43
Carta de aceptación .....	44
Cuestionario de datos generales.....	44
Cuestionario de antecedentes de riesgo de daño cerebral .....	44
Cuestionario de autoevaluación de la fase circadiana .....	44
Cuestionario de trastornos del sueño.....	45
Cuestionario diario del dormir .....	45
Escalas de somnolencia y cansancio.....	45
Equipo de cómputo .....	45
Tarea fonológica de la memoria de trabajo .....	46
Tarea visoespacial de la memoria de trabajo.....	46
Procedimiento.....	50
Análisis de Datos .....	51
Capítulo IV .....	53
Resultados .....	53
Horarios del dormir .....	53
Somnolencia .....	58
Cansancio.....	63
Almacenes de la memoria de trabajo. ....	66
Almacén fonológico.....	66
Almacén visoespacial.....	72
Capítulo V .....	77
Discusión.....	77
Conclusiones.....	81
Referencias.....	82
Apéndices .....	89
Apéndice A.....	90
Apéndice B.....	91
Apéndice C.....	92
Apéndice D.....	94
Apéndice E .....	97
Apéndice F .....	102



Apéndice G.....	103
Apéndice H.....	104

## Índice de Tablas y Figuras

### Tablas

Tabla 1.	Resultados del inicio, terminación y duración del dormir.	57
Tabla 2.	Resultados de los indicadores de somnolencia y cansancio.	60
Tabla 3.	Resultados de los indicadores de la tarea fonológica de memoria de trabajo.	69
Tabla 4.	Resultados de los indicadores de la tarea visoespacial de memoria de trabajo.	74

### Figuras

Figura 1.	Imagen de la tarea de memoria fonológica.	48
Figura 2.	Imagen de la tarea de memoria visoespacial.	49
Figura 3.	Grafica de somnolencia.	61
Figura 4.	Promedio del porcentaje de somnolencia durante la mañana.	62
Figura 5.	Grafica de cansancio.	64
Figura 6.	Promedio del porcentaje de cansancio durante la mañana.	65
Figura 7.	Indicadores del almacén fonológico de la memoria de trabajo.	70
Figura 8.	Promedio durante la mañana del porcentaje de respuestas correctas y tiempo de reacción del almacén fonológico de la memoria de trabajo.	71
Figura 9.	Indicadores del almacén visoespacial de la memoria de trabajo.	75
Figura 10.	Promedio del porcentaje de respuestas correctas y tiempo de reacción del almacén visoespacial de la memoria de trabajo.	76

## Capítulo I

### Introducción

La vida del hombre transcurre en dos estados, la vigilia donde se mantiene activo y en alerta y el dormir donde los movimientos corporales, el tono muscular, la frecuencia cardíaca, la temperatura, la respiración y el flujo sanguíneo disminuyen. Este estado ocupa un tercio de la vida del hombre y se caracteriza por presentarse durante la noche (Escobar, 2002). Para entender la función del dormir se recurre a la privación del dormir. Las personas privadas del dormir presentan cambios fisiológicos y psicológicos, como estrés, irritación, problemas para tomar decisiones y elevados niveles de somnolencia (Corsi, 2008; Gradisar, Dohnt, Wright, Robinson, Paine & Gamble, 2008; McKenna, Dickinson, Orff & Drummond, 2007).

Las investigaciones sobre privación del dormir, muestran que las personas que no duermen por más de 24 horas presentan una modificación en la organización funcional del cerebro (Corsi, 2008; Rodríguez, Martín & García, 2008). De tal forma, que la capacidad de estas personas se altera y tienen dificultad para realizar diversas tareas como sumar, seguir instrucciones, expresar ideas, recordar imágenes o datos personales (Durmer & Dinges, 2005).

Se considera que las alteraciones que se presentan en este tipo de tareas, se debe, a que la privación del dormir afecta procesos cognoscitivos básicos como la atención, las funciones ejecutivas y la memoria de trabajo

(Cajochen, Münch, Knoblauch, Blatter & Wirz-Justice, 2006; Valdez, Reilly & Waterhouse, 2008). Por lo que es importante analizar los efectos de la privación del dormir sobre los componentes de estos procesos cognoscitivos básicos.

### **Definición del Problema**

Cuando las personas no duermen, presentan una serie de alteraciones que van desde cambios en el estado de ánimo, hasta cambios en el funcionamiento del cerebro (Drummond & Brown, 2001; Durmer & Dinges, 2005). Las alteraciones en el funcionamiento del cerebro, conllevan a una modificación en la ejecución de las personas, la cual depende de procesos cognoscitivos básicos como la memoria de trabajo. La memoria de trabajo se compone de un almacén visoespacial, un fonológico y un ejecutivo central. El almacén fonológico procesa información verbal requerida para leer, comprender textos, seguir instrucciones mientras que el almacén visoespacial, procesa información visual para hacer cálculos matemáticos, recordar imágenes, o ubicar objetos. El control ejecutivo central, se encarga de coordinar las funciones de ambos almacenes (Baddeley, 1999b).

Se ha encontrado que la privación del dormir afecta los circuitos neuronales implicados con la memoria de trabajo (Smith, McEvoy & Gevins, 2002), como una disminución en el tiempo de reacción (Lee, Kim & Suh, 2003), una alteración del almacén fonológico (Chee & Choo, 2004) y una

menor activación de estructuras implicadas con el almacén fonológico (Mu, Nahas, Johnson, Yamanaka, Mishory, Koola, Hill, Horner, Bohning & George, 2005). Las contribuciones de estudios permiten entender que la privación del dormir, afecta la memoria de trabajo. Sin embargo, aún falta definir cómo la privación del dormir afecta los almacenes fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo por separado. De esta forma, la pregunta de investigación de este trabajo es: ¿La privación de 24 horas del dormir afecta los almacenes fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo?

### **Justificación de la Investigación**

Los estudios sobre privación del dormir y memoria de trabajo, señalan cambios en este proceso, sin embargo, abordan su estudio de forma general o junto con otros procesos cognoscitivos. Esta forma de evaluar y analizar la memoria de trabajo impide obtener datos claros y específicos de cómo la privación del dormir afecta los almacenes fonológico y visoespacial.

En consecuencia el desarrollo de la presente tesis, se enfoca en realizar un análisis por separado de cada almacén, con tareas diseñadas específicamente para su evaluación y conocer los efectos que produce la privación de 24 horas del dormir en el almacén fonológico y en el almacén visoespacial de la memoria de trabajo.

Los resultados que se obtengan de este estudio pueden ser aplicables en áreas laborales, educativas o del sector salud. Estos datos

proporcionarán información que permita identificar los efectos de la privación y con ello evaluar que tan conveniente es llevar a cabo actividades que impliquen resolver problemas, procesar información y ubicar objetos cuando se está privado del dormir y así mejorar el rendimiento laboral, reducir los errores en el trabajo y prevenir accidentes.

### **Objetivo General**

Analizar los efectos de la privación de 24 horas del dormir sobre el almacén fonológico y el almacén visoespacial de la memoria de trabajo.

### **Objetivos específicos:**

1. Analizar los efectos de la privación del dormir de 24 horas sobre el almacén fonológico de la memoria de trabajo.
2. Analizar los efectos de la privación del dormir de 24 horas sobre el almacén visoespacial de la memoria de trabajo.

### **Hipótesis**

La privación de 24 horas del dormir, provocará alteraciones en los almacenes: fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo.

### **Limitaciones y Delimitaciones**

Una de las limitaciones de este estudio se relaciona con la duración del dormir del grupo no privado un día antes del registro. Los participantes redujeron su dormir para asistir al registro, lo que los colocó en una situación de privación parcial. Para estudios posteriores, sería conveniente que los participantes de este grupo duerman en promedio más de cinco horas, para ver efectos más claros.

Otra limitación, se relaciona con la duración de la tarea que fue de cinco minutos, así como las horas que duró el registro. En ambas, la duración fue muy corta, por lo que sería conveniente que para futuros estudios la duración de la tarea se extendiera más de cinco minutos y el número de registros no sólo se realizará por la mañana, sino también por la tarde, lo que permitiría observar si la privación del dormir tiene más efectos sobre la memoria de trabajo en momentos determinados del día.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### El dormir

El dormir, es un estado que se presenta en los seres humanos durante la noche y se caracteriza por una disminución de los movimientos corporales, del tono muscular y de la frecuencia cardíaca (VellutP, 1987). Durante el tiempo que una persona duerme, ignora su comportamiento y lo que sucede en el entorno (Luce & Segal, 1967).

La curiosidad por saber porqué y para que dormimos, inició desde los griegos. Aristóteles (384-322 a. c.) consideraba que el dormir era necesario para descansar, para mantener saludable el organismo. Así mismo, creía que la descomposición de los alimentos ingeridos inducían el dormir (Kantor, 2003).

Platón (428-347) por otra parte, describió el dormir como una conducta y señaló que la falta de luz producía una disminución de movimientos que desencadenan el dormir (Kantor, 2003). En esta época se describía el dormir desde la observación, pero no se conocía que pasaba en el interior del cerebro.

Uno de los primeros estudios que fue crucial para conocer que sucedía en el interior del cerebro, lo realizó Galvani (1790). Galvani planteó que el organismo funciona con electricidad. Más tarde, Berger en 1929 registró por



primera vez actividad eléctrica en el cerebro en personas que dormían, a través de un electroencefalograma (Corsi, 1983).

La contribución de Berger fue ignorada por un tiempo, hasta que Adrian y Mathews (1934), retoman la información y confirman la existencia de activación eléctrica en el cerebro tanto en el sueño como en la vigilia. Por otra parte, Loomis y sus colaboradores (1935), fueron los que clasificaron por primera vez las variaciones eléctricas durante el sueño y la vigilia, nombrándolas fases A, B, C, D y E (Corsi, 1983). Por su parte Kleitman y Aserinsky en 1953, realizaron observaciones y detectaron la presencia de movimientos oculares rápidos durante su dormir y su relación con ensoñaciones. Estos hallazgos contribuyeron a entender que el dormir transcurre en dos estados (Aserinsky & Kleitman, 2003; Luce & Segal, 1967). En 1961, Jouvett hizo una clasificación del dormir en base al cambio de voltaje y denominó como sueño paradójico al estado del dormir en el que se presentan movimientos oculares rápidos (Kimble, 1977).

En la actualidad, se conoce que el dormir se presenta en dos estados, el dormir sin Movimientos Oculares Rápidos (No MOR) y el dormir de Movimientos Oculares Rápidos (MOR). A continuación, se explicarán estos dos estados del dormir.

## Estados del dormir

### *El dormir sin Movimientos Oculares Rápidos (No MOR)*

Este período se le llama así, porque los movimientos oculares son escasos o no existen y se divide en cuatro etapas.

La primera etapa, se caracteriza por la presencia de ondas alfa (8 a 12 ciclos/seg.) y theta (3 a 7 ciclos/seg.). Durante esta etapa disminuye la actividad fisiológica, es decir, disminuye la frecuencia cardiaca, la respiración y se presenta relajación. El sueño es ligero, por lo cual las personas pueden despertar sin ningún problema, quienes despiertan en esta etapa reportan tener ensoñaciones o imágenes sin sentido (Luce & Segal, 1967).

La etapa II se caracteriza por la presencia de husos de sueño (12 a 14 ciclos/seg.) y complejos k (ondas agudas, que se presentan una vez por minuto de forma repentina). En esta etapa, el sueño todavía es ligero y las personas pueden despertar con facilidad (Escobar, 2002).

La etapa III, se caracteriza por la presencia de ondas delta (0.5 a 2.5 ciclos/seg.). Durante esta etapa del dormir, es difícil despertar, no hay movimientos oculares y en ocasiones la persona se mueve para cambiar de posición.

La etapa IV, es la más profunda del dormir y sólo se llega a despertar con estímulos inusuales o ruidosos. En esta etapa, el cuerpo permanece inmóvil y las ondas delta aumentan su presencia en un 50% más que en la etapa III, que es de un 20%. La presencia de ondas delta en ambas etapas,

ocasiona dificultad para distinguirlas (Carlson, 1993).

### *El dormir de Movimientos Oculares Rápidos (MOR).*

En este estado del dormir, se denotan movimientos oculares rápidos que se dirigen en diversas direcciones (horizontales, verticales y circulares). El cambio de voltaje, produce actividad asincrónica donde las ondas alfa hacen su aparición. Así mismo, se presenta un aumento en el ritmo cardíaco, la respiración y movimientos repentinos del cuerpo (Corsi, 1983). Estos cambios fisiológicos muestran al durmiente como si estuviera despierto. Esto se debe a que nuevamente el sistema reticular activador libera neurotransmisores que se mantienen activos en la vigilia. Otra característica de esta etapa, es la presencia de imágenes que se conocen como sueños (Gómez, 1990; Torrades, 2005). Al despertar en esta etapa, las imágenes se recuerdan con facilidad (Luce & Segal, 1967).

En el humano, el dormir MOR se presenta cada hora y media, es decir cada 90 minutos. A lo largo de la noche, las personas cada vez pasan más tiempo en el sueño MOR (Corsi, 1983; Luce & Segal, 1967).

### **Duración del dormir**

El tiempo que una persona duerme, depende de sus necesidades, sus actividades, de la edad y del cronotipo.

Las necesidades se refieren a la cantidad de horas que se requiere

dormir. En algún momento se consideró que dormir ocho horas era necesario para un buen funcionamiento, sin embargo, hay personas que requieren más de ocho horas para sentirse bien. Otros en cambio, con tan sólo dormir unas cuantas horas, están aptos y descansados para integrarse a sus actividades cotidianas (Valdez, 2009).

Otro factor que influye en la duración del dormir, son las actividades que se realizan a lo largo de la semana y cuyos horarios permanecen fijos (pueden ser matutinos o vespertinos), como por ejemplo el trabajo y la escuela. Para acoplarse a sus horarios y estar en óptimas condiciones, es necesario establecer un horario de inicio del dormir, en el que se consideren las horas que se requieren para sentirse descansado y los horarios en los que se acude al trabajo y la escuela.

Cuando no se realizan estas actividades y se tiene la oportunidad de dormir, las personas duermen libremente hasta sentirse bien, en cambio, cuando se retrasa o modifica la hora habitual del dormir, las horas en las que no se durmió se pierden y no se recuperan. Esto conlleva a que los horarios de las funciones del cuerpo se ajusten a los cambios, a esto se le llama plasticidad del dormir.

En relación a la edad, el dormir presenta variaciones a lo largo del desarrollo. Los recién nacidos duermen tanto de día como de noche y despiertan sólo para alimentarse. A partir de los tres años, el dormir se reduce y se ajusta a los ciclos de luz y oscuridad (Valdez, 2009). En los adolescentes, se observa que el dormir y el despertar se retrasa, en

comparación con los adultos, así mismo, se presenta un aumento de las siestas. En los adultos, los horarios así como la duración del dormir son más estables y la duración oscila entre cinco y ocho horas. En los adultos mayores, la inestabilidad se hace evidente, ya que durante la noche se interrumpe el dormir y se acentúan las siestas durante el día.

En lo que respecta al cronotipo, el dormir depende de los horarios en que las personas prefieren realizar sus actividades. Los madrugadores, realizan sus actividades en las primeras horas de la mañana y se les denomina alondras. Los trasnochadores en cambio, son personas que prefieren horarios nocturnos para realizar sus actividades y se les conoce como búhos (Valdez, Ramírez, García & Talamantes, 2008).

En resumen, los conocimientos que se tienen de los descubrimientos, las etapas y las diferencias en la duración del dormir, nos permiten conocer sus características, sin embargo, no explican la función del dormir. Por lo que, es necesario considerar las necesidades tanto del organismo, como la influencia del ambiente.

A continuación se explica la función del dormir desde dos perspectivas: la teoría homeostática y de los ritmos biológicos.

## Teorías sobre la función del dormir

### *Teoría homeostática*

Antes de explicar la función del dormir desde la teoría homeostática, se expondrán primero los principios de la homeostasis.

El concepto de homeostasis se deriva del griego *homeo* que significa estabilidad y *stasis* se refiere a la igualdad o similitud. Este concepto fue propuesto por Walter Cannon en 1929 y permite explicar cómo los organismos pueden mantener estabilidad en sus funciones, independientemente de la fuerza que ejerza el ambiente sobre ellos.

Para lograr esta estabilidad, cada órgano del cuerpo, interactúa con otros órganos, de tal forma que se coordinan entre sí, para mantener en óptimas condiciones las funciones del organismo (Benoit, 1984).

Para conservar la homeostasis, es necesario proveer al organismo de agua, comida y dormir. El exceso o privación de estos elementos, produce cambios en las funciones que realiza cada órgano del cuerpo, lo cual provoca una desorganización o inestabilidad. Esta inestabilidad es identificada por mecanismos de regulación interna, que buscan restablecer la homeostasis del organismo (Kandel, Jessell & Schwartz, 1976).

Por ejemplo, la temperatura del cuerpo normalmente es de 37° C. y cuando hace calor tiende a elevarse. Para evitarlo, se activan mecanismos que informan al hipotálamo, el cual responde generando sudor lo que enfría al cuerpo.

Otro ejemplo es la incorporación de nutrientes (carbohidratos, lípidos y proteínas) para obtener energía. Cuando disminuye su concentración, la energía decae. Para restablecerla, se activan mecanismos que notifican al hipotálamo, que genera respuestas como contracciones gástricas, que a su vez promueven la ingestión de alimentos.

Desde la teoría homeostática el dormir se produce para proporcionar descanso y reestructuración al cuerpo (Smith, Klein & Amérigo, 1972; Torrades, 2005). Es decir, cuando las personas pasan mucho tiempo en vigilia, se presentan dificultades para mantener la atención y para seguir funcionando se requiere descanso.

Por ello, se considera desde esta teoría que la función del dormir va encaminada al restablecimiento del organismo, cuya finalidad es recuperar la energía perdida después de permanecer por un período prolongado de vigilia (Borbély, 2004).

### *Teoría reostática o de los ritmos biológicos*

De la misma forma que en la teoría anterior, primero se expondrán los principios de la teoría reostática o de los ritmos biológicos, después se explicará la función del dormir desde esta teoría.

El término reostasis, fue propuesto por Nicholas Mrosovsky y proviene del griego *rheos* que significa corriente y *stasis* estable. Este concepto plantea que el organismo presentan cambios en sus funciones en un rango de tiempo que puede ir de días a minutos. Esta variabilidad no implica un

desajuste en las funciones, más bien plantea que el organismo se prepara y predice los cambios externos constantes (Aguilar-Roblero, 2007; Valdez, 2009).

De esta forma, la teoría reostática expone que los cambios constantes en el ambiente tanto a corto, mediano o largo plazo impactan en los individuos. La temperatura y los ciclos de luz-obscuridad que se presentan cada 24 horas, son los más evidentes y a los que las especies adaptan sus actividades, para sobrevivir.

Para adaptarse a estos cambios, el organismo genera ritmos biológicos, es decir, cambios internos que le permiten detectar lo que sucede en el exterior y de esta forma, predecir y anticiparse a estos cambios (Golombek, 2001). Es decir, los ritmos biológicos, nos permiten entender y explicar las funciones fisiológicas, conductuales y su adaptación al ambiente.

Para detectar los cambios externos, el organismo cuenta con receptores localizados en la piel y los ojos, que le informan de lo que sucede en el exterior y lo mantienen en conexión (Miranda, 2003). Esta información es detectada por estructuras como el hipotálamo, específicamente el núcleo supraquiasmático cuya función es coordinar las funciones fisiológicas y los ciclos ambientales.

Una de las primeras observaciones de la presencia de ritmos biológicos la realizó Demairan en 1729, quien observó a una planta llamada sensitiva (*mimosa pudica*). Esta planta se caracterizaba por plegar sus hojas al tallo al llegar la noche y extenderlas al iniciar el día. Descubrió que al mantenerla en



condiciones de obscuridad constante, la planta aún encogía y extendía sus hojas. Este descubrimiento demostró que las funciones de los organismos presentan ritmos (Escandón, 2004; Valdez, 2009).

De acuerdo con su duración, los ritmos biológicos se clasifican en: ritmos infradianos, circadianos y ultradianos.

Los ritmos infradianos cuya etimología deriva del latín, *infra* que significa debajo de y *dies* que significa día. Estos ritmos presentan una frecuencia mayor de 28 horas y se pueden clasificar en ritmos circalunares o circamensuales y ritmos circanuales. Los ritmos circamensuales se presentan aproximadamente cada 30 días, un ejemplo de ellos es el ciclo menstrual. Los ritmos circanuales se presentan en un espacio de un año y se les relaciona con las estaciones del año. Un ejemplo de ellos es la emigración de especies, las cuales cambian de hábitat al llegar el invierno, para buscar temperaturas más cálidas, lo que les permite reproducirse. Y por último los circamareales, que son las variaciones en la marea y se presentan cada doce horas, e influyen en la conducta de las especies, como es el caso del cangrejo, quien sale de su escondite al bajar la marea.

Los ritmos circadianos, cuya etimología deriva del griego *circa* que significa cerca de y *dies* que proviene del latín y significa día. Estos ritmos se caracterizan por presentar una duración cercana a las 24 hrs. Ejemplo de estos ritmos, son el dormir que se presenta al caer la noche y la temperatura corporal que tiende a aumentar en el día y descender por la noche.

Los ritmos ultradianos, cuyo origen etimológico proviene del latín *ultra*

que se refiere a más allá y *dies* que significa día. La periodicidad en este ritmo, es menor a veinte horas y su presencia se observa en cambios hormonales y en el ritmo cardíaco.

Entre estos ritmos biológicos, el más estudiado es el ritmo circadiano. Los ritmos circadianos tienen características específicas como: presentar el mismo funcionamiento cada período de tiempo, se ajustan y se orientan con los ciclos de luz y oscuridad, las funciones internas se coordinan con las externas por medio de un reloj maestro (Moore, 1997; Ward, Mateo & Trejo, 1977). Este reloj maestro es el núcleo supraquiasmático y su función es coordinar las funciones del organismo, así como mantenerlo informado de lo que sucede en el exterior (Ángeles-Castellanos, Rodríguez, Salgado & Escobar, 2007).

De acuerdo a la teoría de los ritmos biológicos, el dormir es un ritmo circadiano que consiste en un ciclo de vigilia-sueño durante el día. La vigilia es estar despierto y sueño se refiere a dormir. Los organismos realizan sus actividades durante el día y duermen durante la noche (Golombek, 2001; Kolb & Whishaw, 2002; Valdez, 2009). En resumen, tanto la teoría homeostática como la teoría de los ritmos biológicos aportan elementos para conocer la función del dormir. Como se mencionó anteriormente, la teoría homeostática plantea que la función del dormir va encaminada al restablecimiento del organismo, cuya finalidad es recuperar la energía perdida después de permanecer por un período prolongado en el estado de vigilia. Por otra parte, la teoría de los ritmos biológicos plantea que el dormir

entre otras funciones del organismo, se presenta a diario, ya sea en el día o en la noche.

Para poder estudiar la función del dormir desde la postura homeostática, las personas deben mantenerse en estado de vigilia por un tiempo prolongado, a esto se le llama privación del dormir. Existen diferentes tipos de privación, la privación total, parcial y selectiva.

### **Privación del dormir**

La privación total, implica que las personas permanezcan despiertas por más de 24 horas, es decir, que después de despertar, las personas no vuelven a dormir, sino hasta el siguiente día, cuando se presenta la misma hora en que se despertó. Los primeros estudios de privación total, buscaron identificar si la privación provocaba cambios fisiológicos y psicológicos en las personas. Los resultados indicaron la presencia de alucinaciones, disminución en el tiempo de reacción y cambios en la temperatura del cuerpo (Patrick & Gilbert, 1896). Estos primeros estudios, fueron la base para entender que el organismo sufre modificaciones en sus funciones, pero había que identificar en cuáles y como se afectan. En estudios posteriores de privación, se comprobó la presencia de alucinaciones y cambios en el estado de humor de las personas (Hebb & Arrubarrena, 1975). Otros señalaron que la privación total provoca cambios en el sistema nervioso central (Guyton, 1997). Actualmente, se ha observado que también se presentan dificultades

en el lenguaje, funciones motoras y al recordar información (Kim, Lee, Kim, Park, Go, Kim, Lee, Chae & Lee, 2001).

La privación parcial, consiste en reducir las horas habituales del dormir. Por ejemplo, cuando una persona duerme ocho horas y se le pide que sólo duerma 6 horas. Otro ejemplo son los cambios de horarios del dormir que se dan entre semana y fin de semana. Durante la semana, las personas reducen su dormir ante las exigencias sociales, del trabajo o la escuela, lo que implica que al llegar el fin de semana, alarguen su dormir. Estos constantes cambios, propician la eliminación de una o varias horas, presencia de somnolencia, cansancio y que las personas tarden de uno a dos días en recuperarse o incluso hasta dos semanas después (Valdez, Ramírez & García, 2003).

En relación a la privación selectiva, las personas son despertadas en una etapa específica del dormir (Corsi, 1983). Este procedimiento se lleva a cabo con la finalidad de observar e identificar la función que tienen las etapas del dormir, así como los efectos de la privación. Patrick y Gilbert (1886) llevaron a cabo estudios de privación selectiva, con la finalidad de identificar diferencias entre las etapas del dormir. Ellos observaron que las personas podía despertar con facilidad, al iniciar el dormir (etapas I y II), lo que indicó que el sueño es ligero. Más tarde, hicieron la misma acción (etapa III y IV), sin embargo, no lograron despertar al participante, concluyendo que el dormir es más profundo. La privación selectiva hasta el momento se ha enfocado más en el dormir de Movimientos Oculares Rápidos (MOR). Los estudios

reportan que despertar en esta etapa, se puede saber lo que la persona estaba soñando (Luce & Segal 1967).

## **La memoria**

El recordar quiénes somos y de dónde venimos se puede realizar gracias a la memoria. La memoria es un proceso psicológico que nos permite establecer un enlace entre el ayer y el hoy, permitiéndonos de esta forma orientar nuestra vida y conducta.

Actualmente, se conoce que por medio de la memoria, el hombre registra, almacena y recupera información (Howe, 1971). En los primeros estudios sobre memoria, se desconocían estas funciones, por lo que sólo se consideraba que la memoria era un sistema encargado de almacenar información. Este planteamiento, genero desacuerdos entre los primeros estudiosos de la memoria, lo cual propicio el desarrollo de investigaciones para confirmar o descartar esta concepción. Uno de los primeros en estudiar la memoria de forma experimental fue Ebbinghaus (1885). Ebbinghaus refiere que hay una capacidad de almacenaje de la información y que los diversos aspectos de nuestra vida, los conocimientos e imágenes que se consideran perdidos, pueden hacerse presentes. Para demostrarlo, Ebbinghaus aplicó una tarea con una lista de palabras sin sentido, cada palabra se conformaba por 3 letras y registró el tiempo que las personas tardaban en recordar la lista completa. Descubrió que con el paso del tiempo,

la información se olvida, lo que describió como curva del olvido. Con esta tarea, Ebbinghaus también demostró que algunos factores como el tiempo, el repaso y la sucesión interfieren o permiten que el almacenamiento de la información perdure más que otra (Ebbinghaus, 1913).

Por otra parte, Williams James (1890), planteó que hay dos tipos de memoria: la primaria donde llega nueva información y la secundaria donde se encuentra información previa. La propuesta de James fue relevante, sin embargo, su concepción de dos sistemas no explicaba que información debía permanecer en la memoria primaria y cual en la secundaria.

En 1957, Beecher y Milner plantearon que existían daños en la memoria en los pacientes a quienes se les había extirpado una sección del hipocampo y de los lóbulos temporales. Estos estudios permitieron identificar estructuras relacionadas con información a corto y largo plazo, así como localizar áreas de almacenamiento para la memoria semántica, procedural y episódica (Beecher & Milner, 1957; Fernández, Bermúdez-Rattoni & Prado-Alcalá, 2001).

Tulving (1972) planteó que la memoria es un sistema múltiple. Se compone de memoria procedural que es la información que adquirimos de la práctica, la semántica que son los atributos y características de los objetos y episódica que alude a la información personal, de eventos o sucesos pasados (Carrillo-Mora, 2010; Tulving, 1985).

En 1968, Atkinson y Shiffrin, desarrollaron un modelo estructural o modal donde proponen la presencia de varias estructuras de memoria donde

se almacena diferente tipo de información. Con este modelo, describen que el almacenamiento de la información tiene un proceso que inicia con el registro de la información vía sensorial, que se dirige a la memoria a corto plazo (MCP) para su procesamiento y finalmente se mantiene la información en la memoria a largo plazo (MLP) donde se le da un significado. Esta clasificación, define a la memoria como un almacén que cuenta con varias funciones (Baddeley, 1999a).

A continuación se explicara con detalle cada nivel de procesamiento.

#### *Memoria sensorial*

En la memoria sensorial es en donde se inicia el proceso de registro de la información, es decir, a través de los sentidos (auditivos, visuales, táctiles, olfativos, gustativo). La información se mantiene disponible por sólo unos segundos, sin embargo, difiere cuando se procesa de forma visual o auditiva (Pinel, 2007). La información registrada de forma visual se conoce como memoria icónica y la auditiva como ecoica. Estos sistemas son los más utilizados en el registro de la información y cada uno tiene una duración diferente. La memoria icónica se caracteriza por registrar rostros e imágenes en milisegundos. En cambio la memoria ecoica, registra información relacionada con sonidos, lenguaje, voces y melodías, así como su secuencia y ritmo. Aunque su duración también es en milisegundos, se prolonga por más tiempo a diferencia de la memoria icónica (Baddeley, 1999b). La memoria ecoica, a su vez presenta un proceso de la información cuya

duración se subdivide en tres etapas, registro, mantenimiento de la información a corto y largo plazo. El registro de la información por vía auditiva, se realiza en unos cuantos milisegundos y se mantiene de cinco a 10 segundos para su análisis mientras se realiza la tarea. Cuando el sonido es reconocido, es porque ha tomado significado, es decir, ha establecido contacto con la memoria a largo plazo y por lo tanto se interpreta como información que ya ha sido almacenada con anticipación (Baddeley, 1999b).

### *Memoria a corto plazo*

Después de ingresar por la memoria sensorial, la información se desplaza a la memoria a corto plazo, donde se mantiene de 20 a 30 segundos aproximadamente y cuya capacidad de almacenaje es limitada a 7 objetos. Este almacén cuenta con la memoria de trabajo, cuya labor es mantener la información por unos segundos mientras se realiza una actividad que requiere su análisis. Esta memoria a su vez cuenta con un sistema de control denominado ejecutivo central, un almacén fonológico y un almacén visoespacial (Rains, 2004). La memoria de trabajo se abordará más adelante, ya que es el tema de esta tesis.

### *Memoria a largo plazo*

En la memoria a largo plazo se establece una relación con la memoria a corto plazo, donde se entremezcla la información adquirida recientemente con la almacenada. Su interrelación permite dar significado a la información.



La duración y capacidad de almacenaje de la memoria a largo plazo, es ilimitada, ya que puede llegar a mantenerse por algunos meses, años o incluso durante toda la vida. En ella se almacena información en general como experiencias, conocimiento e imágenes.

El modelo que plantea Atkinson y Shiffrin permite entender cómo se procesa la información, sin embargo, este modelo poco a poco pierde relevancia al no poder explicar cómo es que al mismo tiempo se procesa información diferente (Ballesteros, 1999).

A continuación se abordará y se describirá a fondo que es la Memoria de Trabajo propuesto por Baddeley y Hitch ya que es tema de esta tesis.

### **Memoria de Trabajo**

En el año de 1970, Baddeley y Hitch toman como base el modelo modal de Atkinson y Shiffrin proponen la existencia de una Memoria de Trabajo (MT). Para explicar como funciona la memoria a corto plazo, Baddeley y Hitch plantearon que la memoria de trabajo cuenta con varios niveles de procesamiento. La función de la memoria de trabajo, es mantener brevemente la información mientras se realiza alguna actividad, de esta forma la información se analiza, se organiza, se manipula y se combina con lo que se ha almacenado con anticipación (Baddeley, 1999b). Para fundamentar su modelo, Baddeley y Hitch llevaron a cabo un estudio que consistía en presentar dos tareas al mismo tiempo, es decir, se presentaban

dos letras, por ejemplo A y B y al mismo tiempo la persona tenía que repetir una lista de números del 0 al 8. Las personas debían presionar un botón para identificar si el orden de las letras estaba en relación a su ubicación en el alfabeto, es decir si A era seguida de B. En esta investigación se observó, que se podían efectuar dos tareas al mismo tiempo, lo que demostró que era posible procesar diferente tipo de información, es decir, que intervienen varios niveles de procesamiento. Estos niveles según Baddeley y Hitch, constan de un sistema ejecutivo central y dos almacenes: fonológico y visoespacial.

Para describir el orden del procesamiento de la información, el modelo de Baddeley y Hitch, describe que después de que la información ingresa por diversos sistemas sensoriales, esta se dirige a la memoria de trabajo donde el sistema ejecutivo central organiza esta información y después la dirige al almacén fonológico que procesa información relacionada con el lenguaje o al almacén visoespacial donde se procesa información correspondiente a la ubicación (Baddeley, 1999a).

A continuación se describirá cada componente de la memoria de trabajo.

#### *Sistema ejecutivo central*

El sistema ejecutivo central es un sistema que realiza funciones relacionadas con la atención, es decir, selecciona la información para definir lo que es relevante y lo que no, para más tarde dirigirla a cada almacén. Este

sistema no almacena información, sino que planea y coordina las funciones de la conducta (Baddeley, 1999b; Matlin, 2005). Se ha encontrado que las regiones dorso laterales del lóbulo frontal (área 45 y 9 de Broadman) son las áreas implicadas en el funciones de este sistema ejecutivo central (Bear, Connors & Paradiso, 2008; Pinel, 2007).

### *Almacén fonológico*

De acuerdo a este modelo de memoria de trabajo, Baddeley y Hitch, describen que el almacén fonológico realiza el procesamiento información relacionada con el habla, la lectura, la comprensión del lenguaje y adquisición de vocabulario (Baddeley, 1999b). Este almacén cuenta con dos subsistemas, un almacén fonológico que identifica características del lenguaje y un sistema articulatorio, encargado de repasar la información verbal además de producir el habla. En relación a las funciones del almacén fonológico, la información que procesa ingresa vía auditiva y se mantiene por dos segundos aproximadamente, para darle sentido a las palabras en base a pronunciación y significado. En cambio, la función del sistema articulatorio, consiste en repetir la información para mantenerla disponible por un lapso de dos segundos, para su análisis (Baddeley, 1999b; Ballesteros, 1999).

Se ha observado que cuando ingresa nueva información y mantiene similitud en sonido, escritura y pronunciación de las palabras, al mezclarse con información anterior se presentan problemas de procesamiento de información, provocando confusión. Un ejemplo de ello, es cuando el sonido

del las palabras como (b, d, p, t), es similar, lo que genera dificultad para diferenciarlas, debido a que este almacén tiene relación directa con el sonido. Así mismo, se ha observado que la longitud de las palabras, el habla no entendida y la supresión articulatoria producen interferencia en el procesamiento fonológico (Matlin, 2005).

Hasta el momento se considera que las estructuras cerebrales involucradas con el almacén fonológico son el hemisferio izquierdo, que está relacionado con el lenguaje (Bear, Connors, & Paradiso, 2008; Beecher & Milner, 1957; Reuter-Lorenz, Jonides, Smith, Hartley, Miller, Marshuetz & Koeppel, 2000; Smith, McEvoy & Gevins, 2002), el lóbulo frontal donde se localizan funciones relacionadas con memoria de tipo verbal (Pinel, 2007).

### *Almacén visoespacial*

El almacén visoespacial, permite hacer cálculos matemáticos, recordar imágenes, o ubicar objetos, por lo que mantiene una estrecha relación con la información que ingresa de forma visual. Este almacén, tiene una capacidad limitada, lo que dificulta que se realicen dos tareas a la vez (Ballesteros, 1999). Su función, es procesar dos tipos de información, visual (forma y color) en donde se involucran los lóbulos frontales y occipitales, e información espacial, enfocado en la localización y ubicación de objetos en las que participan el lóbulo frontal y parietal (Baddeley, 1999; Bear, Connors, & Paradiso, 2008). También el hemisferio derecho se relaciona con la memoria de trabajo, en específico con las funciones de procesamiento de

información espacial que realiza el almacén visoespacial (Dolcos, Rice & Cabeza, 2002).

Otras estructuras cerebrales que intervienen en el funcionamiento de la memoria de trabajo son el hipocampo y la amígdala. El hipocampo, se encarga de consolidar la información, además de estar relacionado con la memoria espacial, la cual permite recordar lugares y la ubicación de objetos. Por su parte, la amígdala, tiene la función de darle valor emocional a la información que se recibe, para relacionarla con la almacenada anteriormente (Pinel, 2007; Rains, 2004).

### **Memoria de trabajo y privación del dormir**

Se ha estudiado que la privación del dormir puede ser un factor que altera la memoria de trabajo. Por tal motivo, a continuación se presentarán algunos estudios realizados sobre memoria de trabajo y privación del dormir, con la finalidad de exponer como se ha investigado y que se sabe sobre el tema.

Smith, McEvoy y Gevins (2002), investigaron cómo la privación parcial del dormir afecta las señales neuropsicológicas durante el desempeño de tareas de memoria de trabajo. Evaluaron a 16 adultos saludables que permanecieron veintiún horas sin dormir. La tarea de memoria de trabajo y atención, consistía en presentar una letra mayúscula, que después de desaparecer, los participantes tenían que elegir la ubicación correcta, entre

doce posibles ubicaciones. Se efectuaron seis sesiones experimentales, una vez por semana y en cada una de ellas se les administro alcohol, cafeína, antihistamínicos, o placebo, sin embargo, el día del registro, los participantes no consumieron más de tres bebidas con cafeína. En la sexta sesión, se realizó el registro a las 11:00 pm, 12:30 am, 1:30 am, 3:30 am, 5:00 am y cuya duración fue de cuarenta minutos. Al término de cada sesión, los participantes tomaron un descanso de noventa segundos para registrar y analizar con un electroencefalograma los cambios en el estado de alerta. Con su estudio, observaron que la privación parcial afecta circuitos neuronales relacionados con la memoria de trabajo y la atención, además de disminuir la eficiencia para procesar información. Sin embargo, en este estudio la forma en que se motivó a los participantes, la administración de sustancias, así como la aplicación de una tarea de memoria de trabajo que hace una evaluación general, pueden impedir un análisis objetivo de los efectos de la privación.

Lee, Kim y Suh (2003), privaron del dormir durante treinta y ocho horas a treinta personas, con la finalidad de conocer si la privación del dormir provoca deterioro cognitivo. Mediante un test computarizado, se evaluó en una de sus cuatro categorías la capacidad de análisis visual, la atención y la memoria de trabajo de los participantes. Esta tarea duró cerca de 15 a 20 minutos y consistió en mostrar una imagen con cuatro figuras diferentes, ubicadas en la parte superior y una en la parte inferior de la pantalla. Para responder, cada participante debía presionar un determinado botón para

indicar si la figura ubicada en la parte inferior de la pantalla, se parecía o no a las de la parte superior. En este estudio se observó que las personas presentaron disminución en el tiempo de reacción y vigilancia, sin embargo, la percepción, el análisis, la discriminación visual y la memoria de trabajo no resultaron afectados por la privación de 38 horas del dormir. La forma de analizar y evaluar a diversos procesos cognoscitivos, impide ver de forma clara los efectos de la privación sobre todo en la memoria de trabajo.

Chee y Choo (2004), investigaron los efectos neuroconductuales provocados por la privación del dormir. Para ello, aplicaron dos tareas de memoria de trabajo a catorce voluntarios privados de veinticuatro horas del dormir y a quienes se les realizó una semana antes, dos sesiones de neuroimagen. Las tareas de memoria de trabajo verbal, fueron adaptadas. La primera evaluaba el mantenimiento y consistía en identificar si alguna de las cuatro letras mostradas coincidía con la siguiente imagen de una letra minúscula. Posteriormente, como elemento de control, se presentó una imagen con dos letras, de la cual se tenían que indicar si la letra solicitada estaba del lado izquierdo o derecho. En la otra tarea de memoria de trabajo, se mostró una imagen con dos letras diferentes y después se presentó otra donde se debía identificar y responder si la letra era consecutiva o no, de las mostradas anteriormente. Observaron que la privación del dormir provocaba mayor activación del hemisferio izquierdo, de la región pre-frontal izquierda, pre-central, así como la ínsula y el tálamo. Esta investigación, aporta datos importantes en relación con la localización de estructuras implicadas con la

memoria de trabajo y el efecto de la privación sobre estas áreas cerebrales. Sin embargo, las tareas, la evaluación y resultados reflejan sólo la memoria verbal, dejando de lado otros niveles de procesamiento que realiza la memoria de trabajo.

El estudio realizado por Mu, Nahas, Johnson, Yamanaka, Mishory, Koola, Hill, Horner, Bohning y George (2005), pretendió investigar la disminución de la respuesta cerebral de la memoria de trabajo verbal, tras la privación del dormir. En este estudio se compararon grupos de personas que durmieron, con personas privadas de 30 horas del dormir. Se utilizó la tarea de Stenberg para el análisis de la memoria de trabajo verbal, que consiste en presentar tres letras mayúsculas, enseguida aparece una letra minúscula y el participante responde si se encontraba o no la letra minúscula entre las tres primeras letras presentadas. En esta investigación, detectaron que las personas privadas del dormir presentaron una menor activación en áreas parietales y el lóbulo izquierdo, en comparación con las personas sin privación del dormir. Esta investigación permitió identificar estructuras cerebrales implicadas con el componente fonológico de la memoria de trabajo, sin embargo, no permite identificar si los efectos de la privación del dormir impactan de la misma forma al almacén visoespacial.

Nilsson, Söderström, Karlsson, Lekander, Akerstedt, Lindroth y Axelsson (2005), estudiaron los efectos de la privación de 32 horas del dormir sobre las funciones ejecutivas y la memoria de trabajo. Aplicaron un test donde se evaluó el almacén fonológico junto con memoria episódica. Este test,



consistía en mostrar a los participantes una lista de 10 palabras que tenían que repetir. Después de 15 segundos, debían decir las palabras que recordaban. Para evaluar el almacén visoespacial, se aplicó una tarea donde el participante tenía que señalar el espacio donde aparecía un círculo. En este estudio, los resultados describen que las funciones ejecutivas se alteran, pero no los subsistemas de la memoria de trabajo. Al respecto, los mismos investigadores plantean que la falta de una prueba específica, impide el análisis de cada almacén y determinar si en verdad se ven afectados o no por la privación del dormir.

En un estudio realizado por Ramírez, Talamantes, García, Morales, Valdez y Menna-Barreto (2006), se analizó la posible existencia de ritmos circadianos en los almacenes fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo. Se registraron a ocho voluntarias, quienes permanecieron sin dormir durante treinta horas. Para este estudio se aplicaron tareas diseñadas específicamente para evaluar cada almacén de la memoria de trabajo. En la tarea fonológica, se presentó una imagen con cuatro letras alrededor de una cruz, ubicada en el centro de la pantalla. Más tarde, se presentó un número del que se tenía que indicar si era o no par y finalmente indicar si una letra minúscula se parecía a alguna de las mostradas al inicio. En el caso de la tarea visoespacial, el procedimiento es el mismo, sin embargo en lugar de letras, la imagen mostraba tres puntos y luego aparecía un círculo. El participante tenía que presionar un determinado botón, para indicar si el círculo había aparecido o no en alguno de los lugares donde se encontraban

los puntos mostrados al inicio. Los resultados, muestran la presencia de ritmos circadianos en ambos almacenes. La importancia de este estudio, se enfoca en las tareas aplicadas, las cuales permiten evaluar cada componente de forma clara y precisa.

Estos estudios han demostrado que la privación del dormir afecta las funciones que realiza la memoria de trabajo, sin embargo, su estudio se ha abordado de forma general, con tareas que carecen de claridad y que sólo evalúan uno de los componentes e incluso dejan en duda si la deficiencia de las funciones de la memoria de trabajo, se debe a los efectos de la privación del dormir. Las evaluaciones hechas hasta el momento, impiden hacer un análisis preciso de los efectos de la privación total de 24 horas del dormir sobre los almacenes fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo. Sin embargo, se ha observado que los componentes fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo disminuyen en la madrugada (Ramírez et al., 2006).

Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo es analizar los efectos de la privación de 24 horas del dormir sobre los almacenes fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo.

## **Capítulo III**

### **Método**

La presente investigación pretende identificar los efectos de la privación del dormir sobre el almacén fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo.

Es un estudio exploratorio basado en un diseño pre-experimental de enfoque cuantitativo.

### **Participantes**

Se eligió una muestra no probabilística conformada por 18 estudiantes universitarios voluntarios (9 hombres y 9 mujeres) con un rango de edad de 16-20 años, que acudían a clases en el turno matutino de lunes a viernes, que no estaban bajo ningún tratamiento médico o consumo de fármacos que interfirieran en el funcionamiento del sistema nervioso y que no llevaran a cabo actividades programadas o laborales durante las tardes y fines de semana.

### **Aparatos e instrumentos**

Los instrumentos utilizados para la obtención de datos de la presente

investigación se describirán a continuación:

#### *Carta de aceptación*

Los participantes que decidieron participar de manera voluntaria, firmaron una carta en la que aceptaron ser parte de la investigación (Apéndice A). Cuando los participantes eran menores de edad, se requirió que los padres firmaran de conformidad, autorizando la participación de su hijo (a) (Apéndice B).

#### *Cuestionario de datos generales*

Este cuestionario recaba información relacionada con datos personales, horarios de clases, actividades extraescolares, consumo de estimulantes y en el caso de las mujeres, preguntas relacionadas con su período menstrual (Valdez, 2009) (Apéndice C).

#### *Cuestionario de antecedentes de riesgo de daño cerebral*

Por medio de este cuestionario, se obtiene información del desarrollo así como de los trastornos psicológicos y fisiológicos de los participantes (Apéndice D).

#### *Cuestionario de autoevaluación de la fase circadiana*

En este cuestionario los participantes informan de los horarios en los que prefieren realizar actividades como dormir, levantarse, comer, hacer

ejercicio o trabajar (Horne & Ostberg, 1976; Valdez, Ramírez & Téllez, 1998) (Apéndice E).

#### *Cuestionario de trastornos del sueño*

Este cuestionario permite detectar alteraciones en el dormir (Téllez, 1998) (Apéndice F).

#### *Cuestionario diario del dormir*

Este cuestionario se usó para registrar diariamente información relacionada con hábitos y horarios del dormir (Valdez et al., 2009) (Apéndice G).

#### *Escalas de somnolencia y cansancio*

La función de estas escalas es conocer el grado de somnolencia y cansancio que presenta el participante antes y después de la prueba (Cluydts, De Valck Verstraeten & Theys, 2002). Estas escalas consisten en una línea horizontal, en la cual los participantes indican qué tan somnolientos y cansados se sienten. El extremo izquierdo marca la menor sensación, mientras que el extremo derecho indica la mayor sensación de somnolencia o cansancio (Apéndice H).

#### *Equipo de cómputo*

Para aplicar las tareas de memoria de trabajo se utilizó una

computadora con un monitor de 14", en la cual se usó el programa Super Lab (Cedrus, 1999), el cual permite presentar los estímulos de la tarea y capturar las respuestas de los participantes.

#### *Tarea fonológica de la memoria de trabajo*

La tarea fonológica inicia con la presentación de una cruz en el centro de la pantalla durante 500 milisegundos (ms), enseguida aparecen cuatro letras mayúsculas alrededor de la cruz durante 300 milisegundos (ms), después en el centro de la pantalla aparece un número durante 3000 milisegundos (ms), si este es par (2, 4, 6, 8, 10) el participante oprime con el dedo índice la tecla verde (B) y si es un número non (1, 3, 5, 7, 9) el participante oprime con el dedo medio la tecla roja (N). Después de que desaparece el número, se observa en la pantalla una letra minúscula, si está se encontraba entre una de las cuatro letras mostradas anteriormente, se presiona con el dedo índice la tecla verde (B) y si no se presentó se presiona con el dedo medio la tecla roja (N), el tiempo para decidir es de 2000 ms (Ramírez et al., 2006; Reuter-Lorenz et al., 2000). (Figura 1).

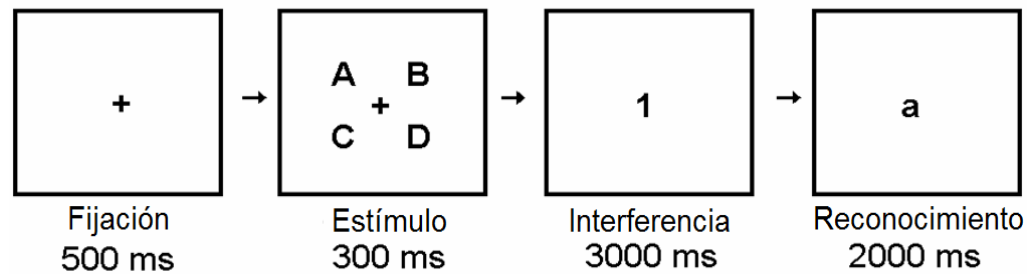
#### *Tarea visoespacial de la memoria de trabajo*

La tarea de memoria visoespacial es similar, pero en lugar de letras mayúsculas, se presentaran 3 puntos durante 300 milisegundos (ms), distribuidos en lugares diferentes de la pantalla y de manera secuencial seguidos de un número que aparece en el centro de la pantalla durante 3000

milisegundos (ms). Si este es un número par (2, 4, 6, 8) se oprime la tecla verde (B) con el dedo índice y si es un número non (1, 3, 5, 7, 9) la tecla roja (N) con el dedo medio. Inmediatamente después que desaparece el número, se presenta un círculo en la pantalla que permanece visible 2000 milisegundos (ms), si este aparece en el lugar donde estaba alguno de los puntos mostrados anteriormente, el participante debe presionar con su dedo medio la tecla verde (B) y si no apareció debe presionar con su dedo medio la tecla roja (N) (Ramírez et al., 2006; Reuter-Lorenz et al., 2000). (Figura 2).

Cabe resaltar que tanto para la tarea fonológica como visoespacial, se presentaron 40 secuencias de estímulos.

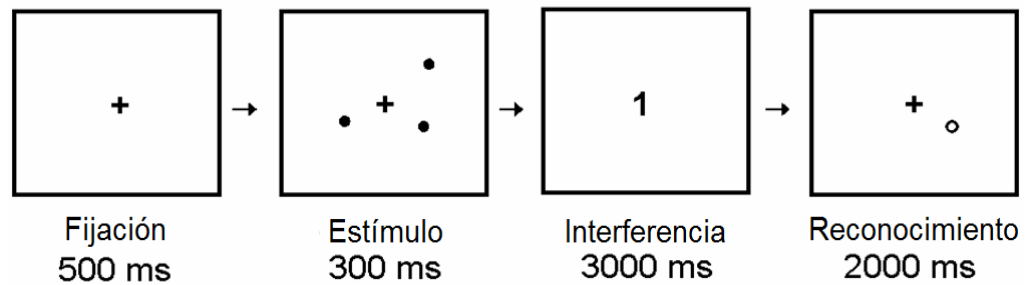
## Tarea de memoria de trabajo fonológica



**Figura 1.** La imagen muestra el orden en el que se presentó la tarea a los participantes. Primero se fija la vista en el centro de la pantalla (+), en seguida aparecen cuatro letras mayúsculas que desaparecen inmediatamente para presentar un número (la interferencia) que al desvanecerse emerge una letra minúscula, el participante tiene que decidir si la letra minúscula se encontraba o no en las cuatro letras que se presentaron al inicio.



## Tarea de memoria de trabajo visoespacial



**Figura 2.** La tarea comienza con la fijación en el centro de la pantalla (+), en seguida aparecen tres puntos, posteriormente se presenta un número en el centro de la pantalla. Al desvanecerse, aparece un círculo ubicado en las zonas que ocupaban los puntos mostrados anteriormente o en un lugar diferente, el participante tiene que decidir si en ese lugar se encontraba el punto o no.

## **Procedimiento**

Para la presente investigación, se invitó a los estudiantes a participar de forma voluntaria, quienes aceptaron, se les informó a detalle de las condiciones y características del experimento. Cada participante, firmó una carta de aceptación y posteriormente se aplicaron cuestionarios para obtener información relacionada con sus datos generales y hábitos del dormir.

Durante dos semanas previas al registro, los participantes registraron a diario información de cómo durmieron la noche anterior, la cual se recopiló por medio de un cuestionario.

Un día antes del experimento, se entrenó a los participantes en el uso de la computadora y actividades a realizar durante el registro, así mismo, se les pidió que veinticuatro horas antes de la fecha programada para su registro, evitaran consumir alimentos altos en calorías, así como estimulantes, bebidas, cigarros o medicamentos que alteraran su sistema nervioso.

Los participantes fueron asignados a dos grupos, uno control y uno experimental. Los participantes del grupo control durmieron de manera habitual, mientras que el grupo experimental pasó la noche en el laboratorio sin dormir, realizando actividades que no implicaron un esfuerzo físico, como juegos didácticos o de mesa.

Para ambos grupos el registro en el laboratorio inició a las 06:00h y continuó cada dos horas, es decir, a las 08:00h, 10:00h y 12:00h. Antes de iniciar cada sesión de registro, se aplicaron las escalas de somnolencia y

cansancio. Posteriormente, se ejecutaron las tareas de memoria fonológica y visoespacial, cuyos datos se almacenaron en la base de datos de la computadora, al momento en que el participante emitía su respuesta. Al finalizar cada registro, nuevamente se aplicaron las escalas de somnolencia y cansancio.

Al concluir cada registro, se proporcionó a los participantes una ración de alimento que constó de jugo (120 calorías) y un sándwich (260 calorías). Este alimento fue dividido en cuatro porciones equivalentes a 96 calorías.

### **Análisis de Datos**

En la presente investigación, se analizaron los datos de las escalas de somnolencia y cansancio, así como los indicadores de memoria de trabajo que son porcentaje de respuestas correctas y tiempo de reacción. Para el análisis estadístico, se utilizó la prueba estadística de Friedman con el objetivo de comprobar o descartar diferencias entre los registros a lo largo del día. En los registros que presentaron diferencias entre sí, fue necesario hacer un análisis más fino con la prueba de Wilcoxon (T), para indicar cual o cuales de los registros presentaban otras características. Otra prueba estadística utilizada, fue la U de Mann-Whitney, para comparación de grupos e identificar diferencias o no entre el grupo no privado y privado del dormir.

Cabe resaltar que debido a la pérdida de datos durante el registro, para el análisis del componente fonológico, no se consideraron los datos del

primer registro de un participante del grupo no privado, ni los datos del segundo registro de otro participante del grupo privado.

## Capítulo IV

### Resultados

En este capítulo, primero se presentan los resultados sobre los horarios del dormir entre semana, fin de semana y el día del registro, Posteriormente, se describirán los de somnolencia y cansancio, concluyendo con los resultados de la ejecución de las personas en las tareas fonológica y visoespacial de la memoria de trabajo.

En cada uno de estos apartados, se presenta primero la información del grupo no privado, seguida del grupo privado del dormir. Y dentro de cada grupo se muestran los resultados obtenidos en la ejecución intragrupo, después los resultados entre los grupos y finalmente, los del promedio general entre grupos en la mañana.

#### Horarios del dormir

Los resultados, indican que el grupo no privado (GNP) presenta diferencias significativas en el inicio del dormir entre semana y fin de semana (Inicio del dormir (entre semana) = 23:21  $\pm$  0:44 h; (fin de semana) = 24:16  $\pm$  1:02 h). En base a estos datos, se muestra que el dormir del grupo no privado inicia más temprano entre semana en comparación al fin de semana (entre semana vs fin de semana; (T) = 0.00,  $p < 0.01$ ) (Tabla 1).

En el caso del grupo privado (GP), también se encontraron diferencias significativas en el inicio del dormir entre semana y fin de semana (Inicio del dormir (entre semana) = 23:37  $\pm$  1:05 h; (fin de semana) = 25:04  $\pm$  1:10 h). Estos datos indican que el grupo privado duerme más temprano entre semana a diferencia del fin de semana (entre semana vs fin de semana; (T) = 0.00,  $p < 0.05$ ) (Tabla 1).

Al hacer una comparación entre el grupo no privado y privado, los resultados indican que no hay diferencias significativas en el inicio del dormir de la semana y el fin de semana (Entre semana GNP = 23:21  $\pm$  0:44 h, GP = 23:37  $\pm$  1:05 h; U = 24, NS; Fin de semana GNP = 24:16  $\pm$  1:02 h, GP = 25:04  $\pm$  1:10 h; U = 25, NS) (Tabla 1).

En relación a los resultados del término del dormir del grupo no privado (GNP), se encontraron diferencias significativas entre semana y fin de semana (Término del dormir (entre semana) = 6:20  $\pm$  0:49 h; (fin de semana) = 10:12  $\pm$  1:00 h). Estos datos indican que el grupo no privado (GNP) despierta más temprano entre semana, en comparación al fin de semana (entre semana vs fin de semana; (T) = 0.00,  $p < 0.01$ ) (Tabla 1).

De igual forma en el grupo privado (GP), mostró diferencias significativas en el término del dormir. Término del dormir (entre semana) = 5:28  $\pm$  0:36 h; (fin de semana) = 8:58  $\pm$  1:43 h. Los resultados muestran que el grupo privado despierta más temprano entre semana, que en fin de semana (entre semana vs fin de semana; (T) = 0.00,  $p < 0.05$ ) (Tabla 1).

Al comparar a los grupos no privado y privado, se encontraron

diferencias significativas en el termino del dormir entre semana, donde el grupo no privado despertó más tarde (Entre semana GNP = 6:20 ± 0:49 h, GP = 5:28 ± 0:36 h, U = 15, p < 0.05; (Fin de semana GNP = 10:12 ± 1:00 h, GP = 8:58 ± 1:43 h; U = 22, NS) (Tabla 1).

En la duración del dormir del grupo no privado (GNP), se muestran diferencias significativas entre semana y fin de semana (Duración del dormir (entre semana) = 7:19 ± 0:59 h; (fin de semana) = 10:02 ± 1:17 h). Esto indica que el grupo no privado (GNP) duerme menos entre semana a diferencia del fin de semana (entre semana vs fin de semana; (T) = 0.00, p < 0.05) (Tabla 1).

En lo que respecta al grupo privado (GP), también se encontraron diferencias significativas en la duración del dormir. Duración del dormir (entre semana) = 6:19 ± 1:09 h; duración del dormir (fin de semana) = 8:12 ± 1:15 h. Los resultados muestran que el grupo privado duerme menos tiempo entre semana que en fin de semana (entre semana vs fin de semana; (T) = 1, p < 0.05) (Tabla 1).

Al hacer una comparación entre el grupo no privado y privado, se observaron diferencias significativas en la duración del dormir del fin de semana, es decir, que en fin de semana el grupo no privado duerme más que el privado. (Entre semana GNP = 7:19 ± 0:59 h, GP = 6:19 ± 1:09 h; U = 17, NS; (Fin de semana GNP = 10.02 ± 1.17 h, GP = 8.12 ± 1.15 h; U = 10, p < 0.05) (Tabla 1).

Cabe resaltar que el grupo no privado del dormir, el día de su registro

presentó reducción parcial del dormir. Duración del dormir (entre semana) = 7:19 ± 0:59 h; duración del dormir (día del registro) = 6:02 ± 1:04 h. (entre semana vs día del registro; (T) = 2,  $p < 0.05$ ).

En resumen, se encontró que entre semana tanto el grupo no privado como privado durmieron y despertaron más temprano, además de dormir menos tiempo. Sin embargo al compararlos, se encontró que el grupo no privado despertó más tarde durante la semana. En cambio al llegar el fin de semana, ambos grupos retrasaron el momento de dormir y despertar, así como también presentaron mayor duración en su dormir. Pero al compararlos, se observó que el grupo no privado duerme más tiempo que el privado durante el fin de semana.



**Tabla 1.** Resultados del inicio, terminación y duración del dormir.

Variable	Grupo	Horario del dormir		Wilcoxon	Día del registro
		Entre semana	Fin de semana		
Inicio del dormir	No Privado	23:21±0:44	24:16±1:02	.00**	22:52±0:38
	Privado	23:37±1:05	25:04±1:10	.00*	
	U	24	25		
Terminación del dormir	No Privado	6:20±0:49	10:12±1:00	.00**	4:35±0:26
	Privado	5:28±0:36	8:58±1:43	.00*	
	U	15*	22		
Duración del dormir	No privado	7:19±0:59	10:02±1:17	1*	6:02±1:04
	Privado	6:19±1:09	8:12±1:15	1*	
	U	17	10*		

Promedio ± desviación estándar del grupo no privado y grupo privado. \*p<0.05, \*\*p<0.01. U = U de Mann Whitney.

## Somnolencia

Al nivel de somnolencia se encontró, que el grupo no privado (GNP) obtuvo diferencias en el grado de somnolencia durante los cuatro registros. Registro 06:00 h (Registro 1) =  $37.75 \pm 21.93$  mm, Registro 08:00 h (Registro 2) =  $41.63 \pm 28.35$  mm, Registro 10:00 h (Registro 3) =  $49.63 \pm 22.98$  mm, Registro 12:00 h (Registro 4) =  $52.00 \pm 24.30$  mm; Friedman = 7.96,  $p < 0.05$ ). De acuerdo a estos resultados, el grado de somnolencia en este grupo fue aumentando a lo largo del registro. Además, se encontró que el nivel de somnolencia fue menor en el registro 1 en comparación con los registros 3 y 4 (registro 1 vs registro 2; (T) = 17, NS; registro 1 vs registro 3; (T) = 3,  $p < 0.05$ ; registro 1 vs registro 4; (T) = 2,  $p < 0.05$ ; registro 2 vs registro 3; (T) = 11, NS; registro 2 vs registro 4; (T) = 7, NS; registro 3 vs registro 4; (T) = 9, NS).

En el caso del grupo privado (GP), los resultados no muestran diferencias significativas entre los registros, es decir, se mantiene el mismo nivel de somnolencia a lo largo del registro. (Registro 1 =  $76.44 \pm 24.31$  mm, Registro 2 =  $79.33 \pm 18.23$  mm, Registro 3 =  $70.89 \pm 23.99$  mm, Registro 4 =  $71.78 \pm 19.75$  mm; Friedman = 3.68, NS) (Tabla 2, Figura 3).

Al comparar los grupos por registro, se observó que el grupo no privado presentó un menor nivel de somnolencia en las primeras horas de registro, en comparación con el grupo privado (Registro 1 GNP =  $37.75 \pm 21.93$  mm, GP =  $76.44 \pm 24.31$  mm, U = 10,  $p < 0.01$ ; Registro 2 GNP =  $41.63 \pm 28.35$  mm, GP =  $79.33 \pm 18.23$  mm, U = 12,  $p < 0.05$ ; Registro 3 GNP =  $49.63 \pm$

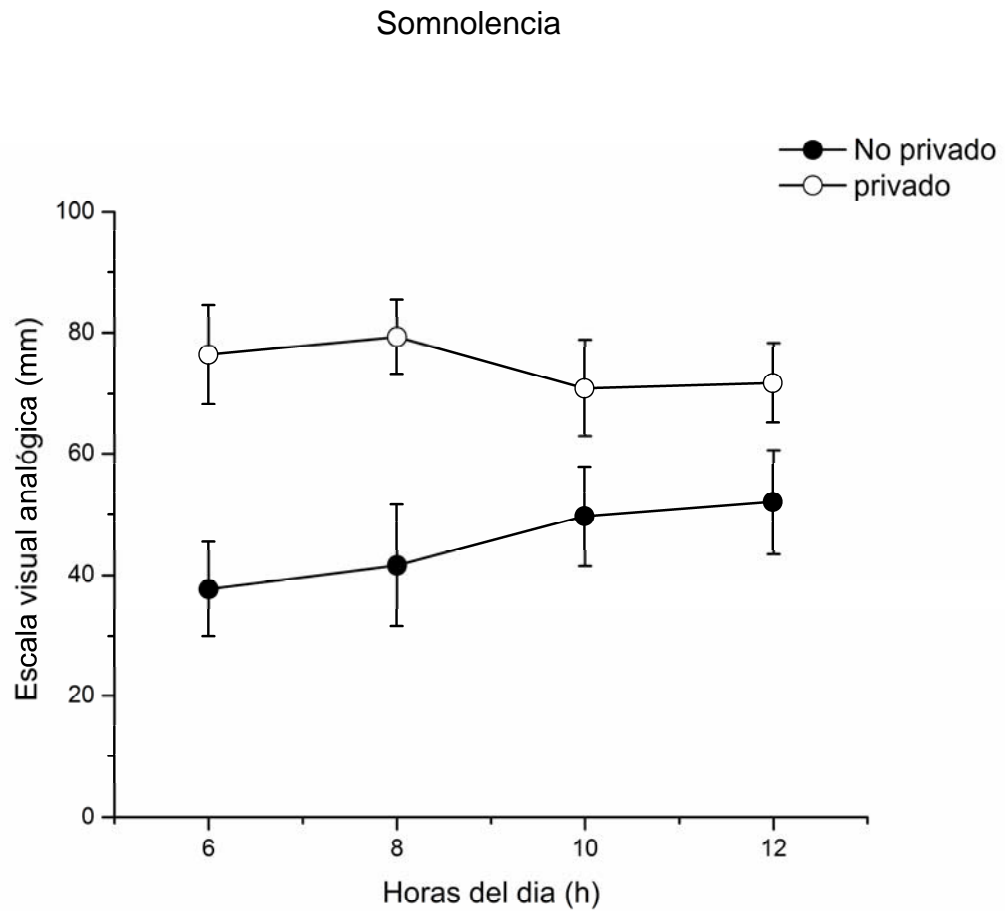
22.98 mm, GP =  $70.89 \pm 23.99$  mm, U = 18, p =NS; y Registro 4 GNP =  $52.00 \pm 24.30$  mm, GP =  $71.78 \pm 19.75$  mm, U = 18, NS) (Tabla 2, Figura 3). Al comparar el promedio del nivel de somnolencia durante la mañana entre los grupos, se observó que el Grupo no privado presentó un menor nivel de somnolencia durante la mañana en comparación con el grupo privado (GNP =  $45.25 \pm 21.91$  mm, GP =  $74.61 \pm 14.41$  mm; U =10, p < 0.05) (Tabla 2, Figura 4).

En resumen, se observó que el grupo privado del dormir presentó un mayor nivel de somnolencia a lo largo del registro en comparación con el grupo no privado. Además, se observa que en los primeros dos registros, los niveles de somnolencia del grupo privado son más altos en comparación al grupo no privado.

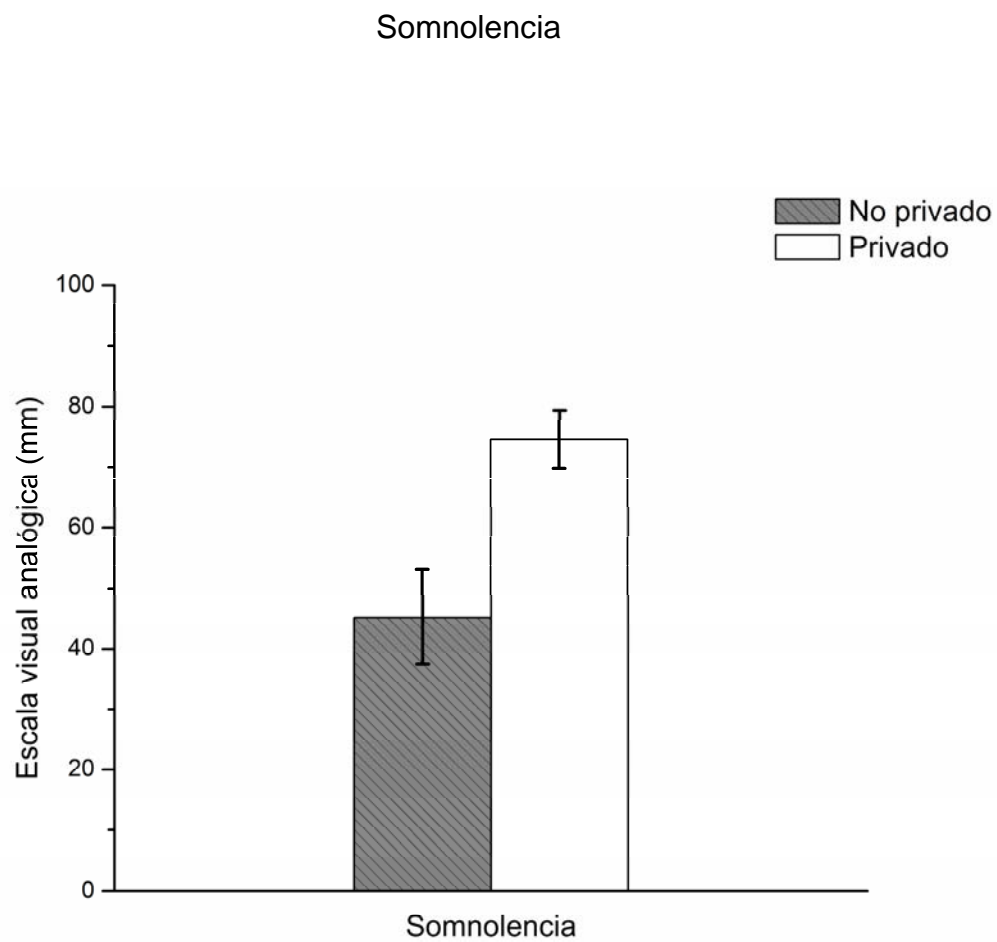
**Tabla 2.** Resultados de somnolencia y cansancio

Indicadores	Grupo	Hora de registro				Ejecución general de la mañana Promedio	Friedman
		1(06:00)	2(08:00)	3 (10:00)	4 (12:00)		
Somnolencia (mm)	No privado	37.75±21.93	41.63±28.35	49.63±22.98	52.00±24.30	45.25±21.91	7.96*
	Privado	76.44±24.31	79.33±18.23	70.89±23.99	71.78±19.75	74.61±14.41	3.68
	U	10**	12*	18	18	10*	
Cansancio (mm)	No privado	31.75±26.12	45.75±30.87	51.38±28.23	49.75±19.20	44.66±22.87	5.25
	Privado	75.33±25.14	80.67±19.82	75.78±21.05	78.67±18.80	77.61±17.33	1.83
	U	10*	12*	17	8.5**	10*	

Promedio ± desviación estándar del grupo no privado y grupo privado. \*p<0.05, \*\*p<0.01. U = U de Mann Whitney.



**Figura 3. Grafica de somnolencia.** En la grafica se observan diferencias significativas entre los grupos a lo largo del día. El grupo privado presentó mayor nivel de somnolencia que el no privado. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ .



**Figura 4. Promedio del porcentaje de somnolencia durante la mañana.** Las barras representan el promedio y el error estándar, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ .

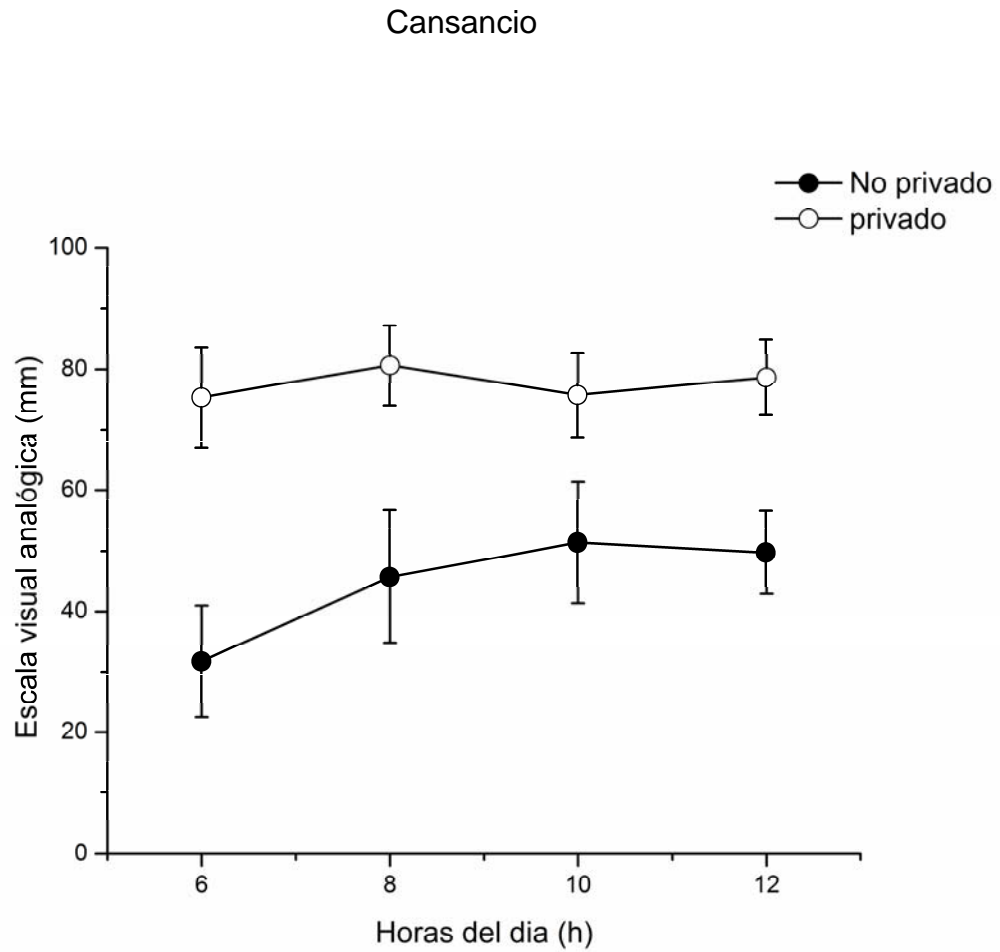
## Cansancio

El grupo no privado, mantuvo el mismo nivel de cansancio a lo largo de los registros. (Registro 1= $31.75 \pm 26.12$  mm, Registro 2= $45.75 \pm 30.87$  mm, Registro 3= $51.38 \pm 28.23$  mm, Registro 4= $49.75 \pm 19.20$  mm; Friedman= $5.25$ , NS). Tampoco se observaron diferencias entre los registros en el grupo privado, (Registro 1= $75.33 \pm 25.14$  mm, Registro 2= $80.67 \pm 19.82$  mm, Registro 3= $75.78 \pm 21.05$  mm, Registro 4= $78.67 \pm 18.80$  mm; Friedman= $1.83$ , NS) (Tabla 2, Figura 5).

Al comparar los grupos por cada registro, el grupo no privado presentó menor nivel de cansancio que el grupo privado (Registro 1 (GNP)= $31.75 \pm 26.12$  mm, (GP)= $75.33 \pm 25.14$  mm,  $U = 10$ ,  $p < 0.05$ ; Registro 2 (GNP)= $45.75 \pm 30.87$  mm, (GP) =  $80.67 \pm 19.82$  mm,  $U = 12$ ,  $p < 0.05$ ; Registro 3 (GNP)= $51.38 \pm 28.23$  mm, (GP) =  $75.78 \pm 21.05$  mm,  $U = 17$ ,  $p =$  NS; y Registro 4 (GNP)= $49.75 \pm 19.20$  mm, (GP) =  $78.67 \pm 18.80$  mm,  $U = 8.5$ ,  $p < 0.01$  (Tabla 2, Figura 5).

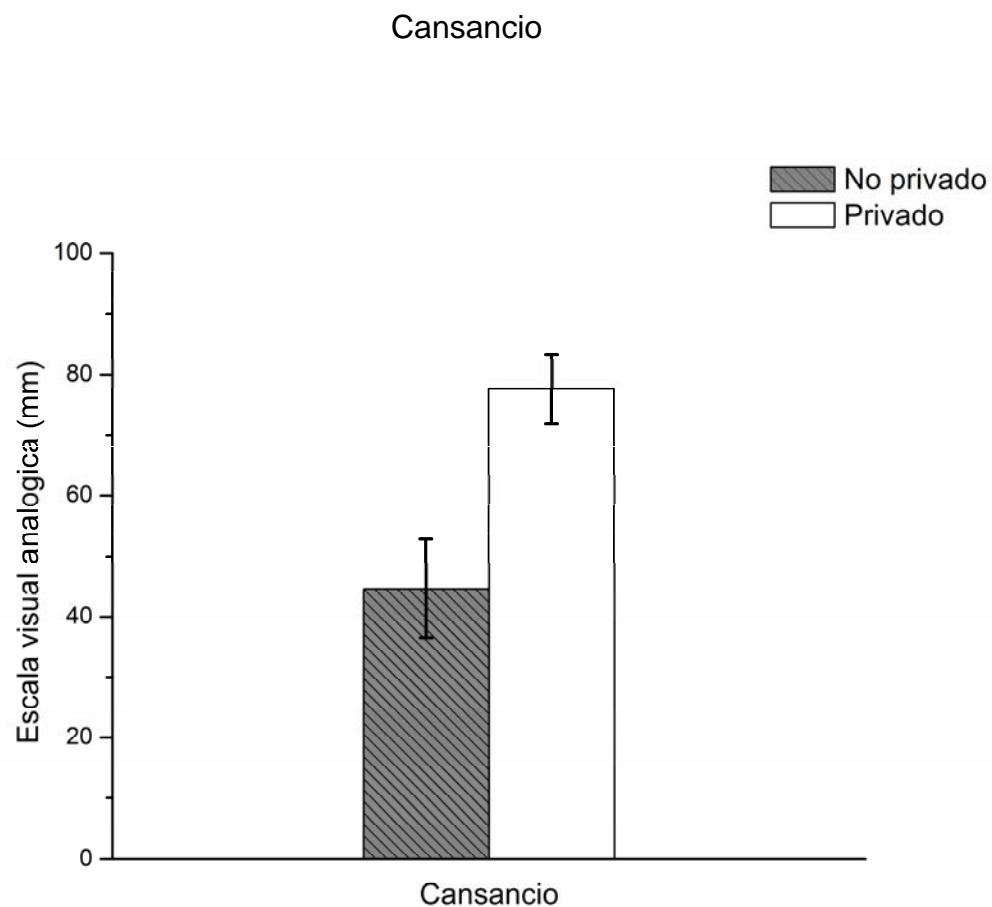
En la comparación del grado de cansancio durante la mañana, el grupo no privado presentó menor nivel de cansancio que el grupo privado (GNP =  $44.66 \pm 22.87$  mm, GP =  $77.61 \pm 17.33$  mm;  $U = 10$ ,  $p < 0.05$ ) (Tabla 2, Figura 6).

En resumen, el grupo privado tuvo mayores niveles de cansancio a lo largo del registro a diferencia del grupo no privado. Se observa que en los primeros dos registros los niveles de cansancio del grupo privado son más altos en comparación con el grupo no privado del dormir.



**Figura 5. Graficas de cansancio.** En la grafica se observan diferencias significativas entre los grupos en el nivel de cansancio a lo largo del día. Se observó que el grupo privado presento mayor nivel de cansancio en el transcurso del día. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ .





**Figura 6. Promedio del porcentaje de cansancio durante la mañana.** Las barras representan el promedio y el error estándar, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ .

### **Almacenes de la memoria de trabajo.**

Para analizar la ejecución de las personas en los almacenes fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo, se tomaron en cuenta el porcentaje de respuestas correctas y tiempo de reacción. A continuación, se describirán los resultados de cada componente.

#### *Almacén fonológico.*

En esta tarea el grupo no privado mantuvo un puntaje similar en el porcentaje de respuestas correctas a lo largo del registro (Registro 1=89.71  $\pm$  7.00%, Registro 2=88.45  $\pm$  14.35%, Registro 3=89.33  $\pm$  8.36%, Registro 4=90.09  $\pm$  7.94%, Friedman = 1.52, NS). De la misma forma, en el grupo privado, no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de respuestas correctas a lo largo de los cuatro registros (Registro 1=84.23  $\pm$  11.10%, Registro 2=76.58  $\pm$  15.52%, Registro 3=77.16  $\pm$  14.52%, Registro 4=76.91  $\pm$  12.26%, Friedman = 5.24, NS) (Tabla 3, Figura 7).

Al comparar los grupos por registro, en el indicador de porcentaje de respuestas correctas de la tarea de memoria fonológica, se observaron diferencias significativas entre los grupos en la última hora. El grupo no privado (GNP) mantuvo porcentajes de respuestas correctas más altos en comparación al grupo privado (GP) en este registro (Registro 1 GNP = 89.71  $\pm$  7.00%, GP = 84.23  $\pm$  11.10%, U = 27, NS; Registro 2 GNP = 88.45  $\pm$  14.35%, GP = 76.58  $\pm$  15.52%; U = 20, NS; Registro 3 GNP = 89.33  $\pm$  8.36%, GP = 77.16  $\pm$  14.52%, U = 20, NS; Registro 4 GNP = 90.09  $\pm$  7.94%, GP =

76.91  $\pm$  12.26%, U = 14, p < 0.05) (Tabla 3, Figura 7).

Se presentaron diferencias significativas entre los grupos en el promedio general del porcentaje de respuestas correctas durante la mañana, donde el grupo privado disminuyó su porcentaje de respuestas correctas (GNP = 89.43  $\pm$  7.12%, GP = 78.34  $\pm$  11.82%; U = 18, p < 0.05) (Tabla 3, Figura 8).

Por otra parte, se observó que en el tiempo de reacción a los estímulos de la tarea fonológica, el grupo no privado (GNP) presentó diferencias significativas en los registros (Registro 1=924.53  $\pm$  182.13 ms, Registro 2=948.81  $\pm$  129.74 ms, Registro 3=1020.15  $\pm$  180.50 ms, Registro 4=955.81  $\pm$  181.10 ms, Friedman=10.50, p < 0.05). Se observó que el tiempo de reacción fue menor en el registro 1 en comparación del registro 2 y 3 (registro 1 vs registro 2; (T) = 17, registro 1 vs registro 3; (T) = 00.00, p < 0.05; registro 1 vs registro 4; (T) = 10, NS; registro 2 vs registro 3; (T) = 2, p < 0.05; registro 2 vs registro 4; (T) = 21, NS; registro 3 vs registro 4; (T) = 9, NS). Los resultados indican que el tiempo de reacción aumentó a lo largo del día en el grupo no privado.

En cambio el grupo privado, mantuvo un tiempo de reacción semejante durante los registros (Registro 1=988.86  $\pm$  105.96 ms, Registro 2=1023.16  $\pm$  88.07 ms, Registro 3=1052.51  $\pm$  90.43 ms, Registro 4=1068.31  $\pm$  125.64 ms, Friedman= 1.05, NS) (Tabla 3, Figura 7).

En lo que respecta al tiempo de reacción a lo largo del registro, no se observaron diferencias entre los grupos (Registro 1 GNP = 924.53  $\pm$

182.13%, GP =  $988.86 \pm 105.96\%$ ; U = 29, NS; Registro 2 GNP =  $948.81 \pm 129.74\%$ , GP =  $1023.16 \pm 88.07\%$ ; U = 26, NS; Registro 3 GNP =  $1020.15 \pm 108.50\%$ , GP =  $1052.51 \pm 90.43\%$ ; U = 35, NS; Registro 4 GNP =  $955.81 \pm 181.10\%$ , GP =  $1068.31 \pm 125.64\%$ ; U = 25, NS) (Tabla 3, Figura 7).

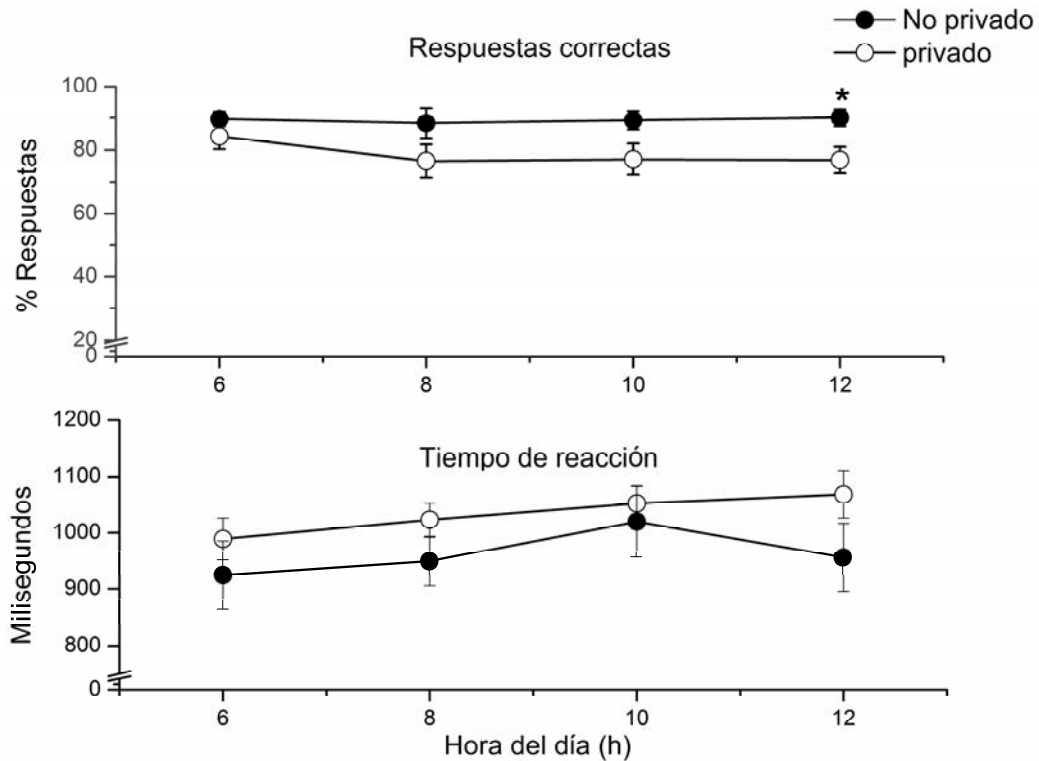
En relación al tiempo de reacción en el promedio general, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos (GNP =  $957.80 \pm 159.33$  ms, GP =  $1038.28 \pm 87.48$  ms; U = 29, p = NS) (Tabla 3, Figura 8).

**Tabla 3.** Resultados de los indicadores de la tarea fonológica de la memoria de trabajo.

Indicadores	Grupo	Hora de registro				Ejecución general de la mañana Promedio	Friedman
		1(06:00)	2(08:00)	3 (10:00)	4 (12:00)		
Porcentaje de respuestas correctas totales	No privado	89.71±7.00	88.45±14.35	89.33±8.36	90.09±7.94	89.43±7.12	1.52
	Privado	84.23±11.10	76.58±15.52	77.16±14.52	76.91±12.26	78.34±11.82	5.24
	U	27	20	20	14*	18*	
Tiempo de reacción total	No privado	924.53±182.13	948.81±129.74	1020.15±180.50	955.81±181.10	957.80±159.33	10.50*
	Privado	988.86±105.96	1023.16±88.07	1052.51±90.43	1068.31±125.64	1038.28±87.48	1.05
	U	29	26	35	25	29	

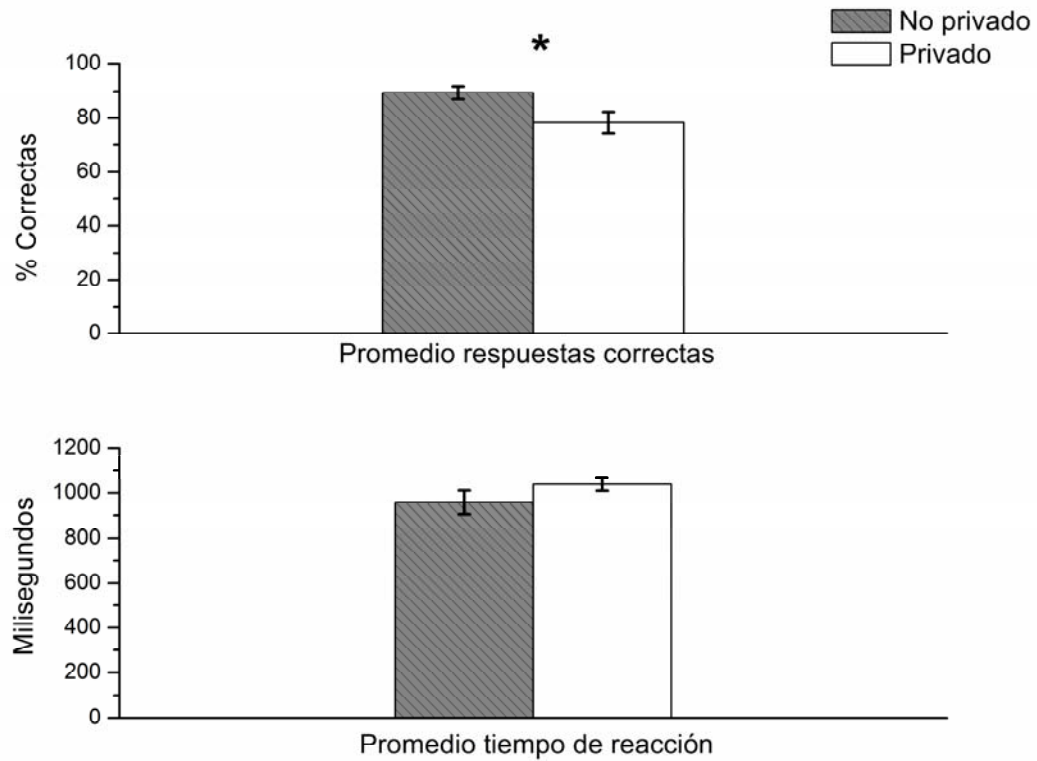
Los datos son promedio ± desviación estándar del grupo no privado y grupo privado en los diferentes registros. \*p<0.05, \*\*p<0.01. U = U de Mann Whitney.

## Almacén fonológico de la memoria de trabajo



**Figura 7. Indicadores del almacén fonológico de la memoria de trabajo.** Porcentaje de respuestas correctas en la grafica superior y tiempo de reacción en la gráfica inferior. En está gráfica se aprecian diferencias significativas en el porcentaje de respuestas entre los grupos en la última hora.

## Almacén fonológico de la memoria de trabajo



**Figura 8. Promedio durante la mañana del porcentaje de respuestas correctas y tiempo de reacción del almacén fonológico de la memoria de trabajo.** Las barras representan el promedio y el error estándar, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.001$ .

### *Almacén visoespacial*

En el grupo no privado (GNP), el porcentaje de respuestas correctas fue similar en los cuatro registros (Registro 1=82.22  $\pm$  12.97%, Registro 2=78.76  $\pm$  18.01%, Registro 3=85.07  $\pm$  11.62%, Registro 4=81.27  $\pm$  12.42%, Friedman = 2.02, NS). En el grupo privado (GP) tampoco se observaron diferencias a lo largo del registro (Registro 1 = 76.09  $\pm$  10.51, Registro 2 = 82.68  $\pm$  11.17%, Registro 3 = 76.04  $\pm$  8.28%, Registro 4 = 81.90  $\pm$  10.34%, Friedman = 2.73, NS) (Tabla 4, Figura 9).

Al comparar los dos grupos por cada registro, no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de respuestas correctas (Registro 1 GNP = 82.22  $\pm$  12.97%, GP = 76.09  $\pm$  10.51%; U = 27, NS; Registro 2 GNP = 78.76  $\pm$  18.01%, GP = 82.68  $\pm$  11.17%; U = 38, NS; Registro 3 GNP = 85.07  $\pm$  11.62%, GP = 76.04  $\pm$  8.28%; U = 22, NS y Registro 4 GNP = 81.27  $\pm$  12.42%, GP = 81.90  $\pm$  10.34%; U = 39, NS) (Tabla 4, Figura 9).

Al comparar la ejecución de los grupos no se observan diferencias significativas durante la mañana, ya que ambos grupos presentan un porcentaje similar de respuestas correctas (GNP = 81.83  $\pm$  12.44%, GP = 79.18  $\pm$  6.66%; U = 35, NS) (Tabla 4, Figura 10).

En relación al tiempo de reacción, se encontró que en el grupo no privado (GNP), no se observaron diferencias entre sus registros (Registro 1 = 890.95  $\pm$  188.37 ms, Registro 2 = 893.41  $\pm$  185.65 ms, Registro 3 = 897.70  $\pm$  131.10 ms, Registro 4 = 949.08  $\pm$  181.49 ms, Friedman = 5.13, NS). Tampoco en el grupo privado se observaron diferencias significativas en el



tiempo de reacción entre sus registros (Registro 1=1022.80  $\pm$  85.90 ms, Registro 2=1037.99  $\pm$  115.00 ms, Registro 3=1118.56  $\pm$  112.03 ms, Registro 4=1125.22  $\pm$  91.64 ms, Friedman=7.00, NS) (Tabla 4, Figura 9).

Al analizar por separado cada registro, se observó que el grupo no privado (GNP) obtuvo un menor tiempo de reacción en los registros 3 y 4 en comparación al grupo privado (GP) (Registro 1 GNP = 890.95  $\pm$  188.37 ms, GP = 1022.80  $\pm$  85.90 ms; U = 27, p = NS; Registro 2 GNP = 893.41  $\pm$  185.65 ms, GP = 1037.99  $\pm$  115.00 ms; U = 23, p = NS, Registro 3 GNP = 897.70  $\pm$  131.10 ms, GP = 1118.56  $\pm$  112.03 ms; U = 8, p < 0.01 y Registro 4 GNP = 949.08  $\pm$  181.49 ms, GP = 1125.22  $\pm$  91.64 ms; U = 16, p < 0.05). (Tabla 4, Figura 9).

En lo que respecta al promedio general de respuestas del tiempo de reacción, se observó que el grupo no privado reporta un menor tiempo de reacción en comparación con el grupo privado (GNP = 907.79  $\pm$  160.29 ms, GP = 1076.14  $\pm$  74.08 ms; U = 13, p < 0.05) (Tabla 4, Figura 10).

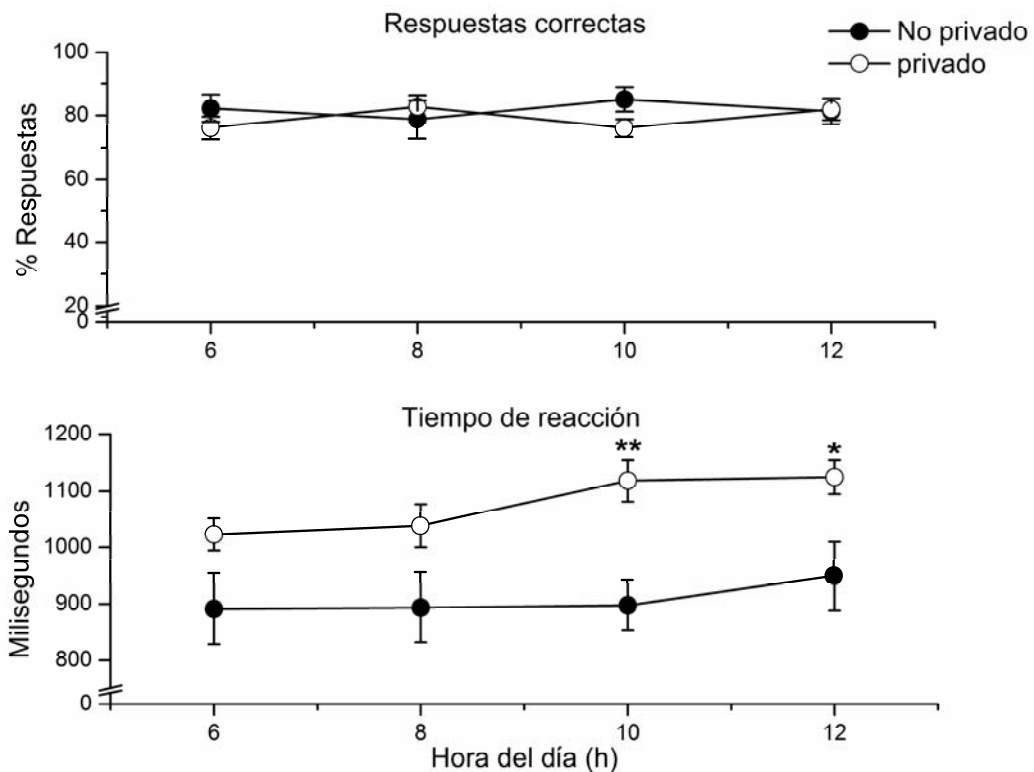
En resumen, en el almacén visoespacial se encontró que el grupo privado del dormir aumento su tiempo de reacción durante la mañana.

**Tabla 4.** Resultados de los indicadores de la tarea visoespacial de la memoria de trabajo.

Indicadores	Grupo	Hora de registro				Ejecución general de la mañana Promedio	Friedman
		1(06:00)	2(08:00)	3 (10:00)	4 (12:00)		
Porcentaje de respuestas correctas totales	No privado	82.22±12.97	78.76±18.01	85.07±11.62	81.27±12.42	81.83±12.44	2.02
	Privado	76.09±10.51	82.68±11.17	76.04±8.28	81.90±10.34	79.18±6.66	2.73
	U	27	38	22	39	35	
Tiempo de reacción total	No privado	890.95±188.37	893.41±185.65	897.70±131.10	949.08±181.49	907.79±160.29	5.13
	Privado	1022.80±85.90	1037.99±115.00	1118.56±112.03	1125.22±91.64	1076.14±74.08	7.00
	U	27	23	8**	16*	13*	

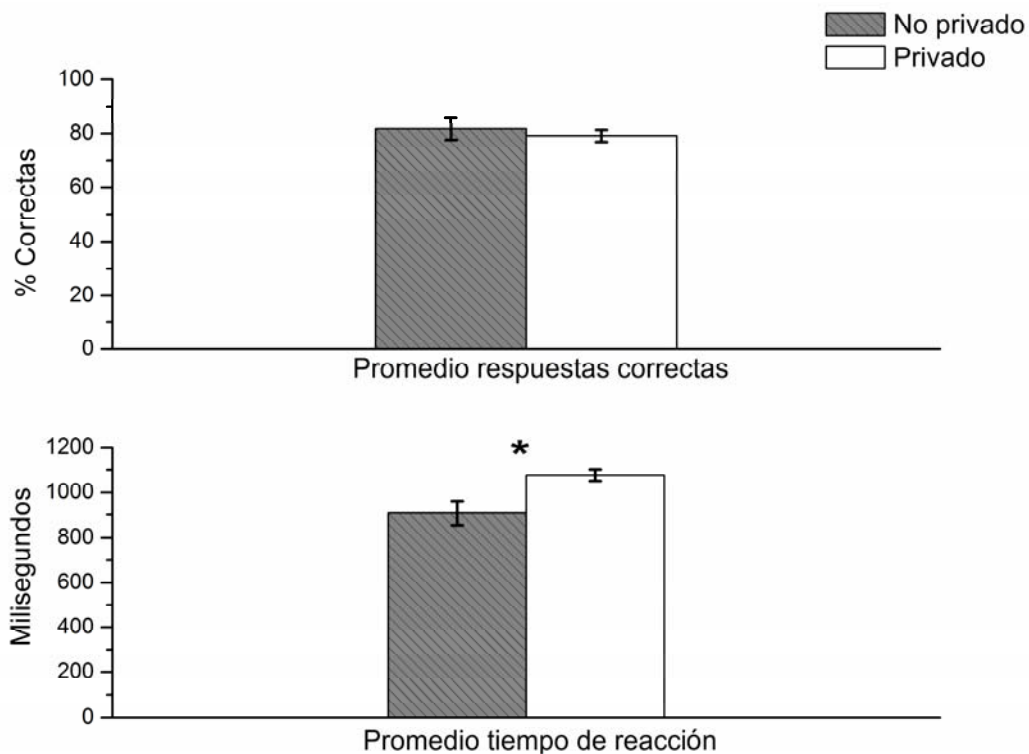
Promedio ± desviación estándar del grupo no privado y grupo privado. \*p<0.05, \*\*p<0.01, U = U de Mann Whitney

## Almacén visoespacial de la memoria de trabajo



**Figura 9. Indicadores del almacén visoespacial de la memoria de trabajo.** Porcentaje de respuestas correctas en la grafica superior y tiempo de reacción en la grafica inferior. En la grafica se observan diferencias significativas en ambos grupos a lo largo del día. Estas diferencias en el tiempo de reacción, muestran que el grupo privado tarda en responder en el transcurso del día.

## Almacén visoespacial de la memoria de trabajo



**Figura 10. Promedio del porcentaje de respuestas correctas y tiempo de reacción del almacén visoespacial de la memoria de trabajo.** Las barras representan el promedio y el error estándar, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.001$

## Capítulo V

### Discusión

De acuerdo a los resultados de este estudio, la privación de 24 horas del dormir provoca un aumento en el nivel de somnolencia y cansancio. Este aumento se observa durante las primeras horas del día.

Por otra parte, los efectos de la privación de 24 horas del dormir se reflejaron también en la capacidad para almacenar información fonológica y visoespacial.

Al comparar la ejecución entre los grupos, se observó que el grupo no privado mantuvo porcentajes de respuestas correctas más altos en el almacén fonológico que el grupo privado. Este efecto de la privación del dormir de 24 horas, refleja en el grupo privado del dormir dificultad para responder correctamente tareas relacionadas con el almacén fonológico durante la mañana. Estos resultados son semejantes a los encontrados por (Ramírez et al., 2006), quienes también observaron una disminución en el porcentaje de respuestas correctas cuando las personas procesaban información fonológica durante la mañana.

En el almacén visoespacial, la ejecución en ambos grupos fue similar en los cuatro registros. No obstante, al comparar el tiempo de reacción, se observó que el grupo no privado tardó menos tiempo en responder que el grupo privado.

Estos resultados confirman la hipótesis propuesta en este estudio, que plantea que la privación de 24 horas del dormir, afecta el almacén fonológico y visoespacial de la memoria de trabajo. La dificultad para responder correctamente tareas fonológicas como son el leer o seguir instrucciones, así como responder rápidamente a estímulos visoespaciales que implican la resolución de problemas, recordar imágenes o ubicar objetos, lo que conlleva a que las personas presenten dificultad para procesar información durante las primeras horas de la mañana. Las deficiencias en estos almacenes, pueden provocar un mayor número de incidentes en el trabajo, el hogar o dificultades para aprender en las escuelas.

Una posible explicación de la disminución del porcentaje de respuestas correctas en el almacén fonológico y aumento en el tiempo de reacción en el almacén visoespacial, puede ser que la privación del dormir provoca cambios en la actividad cortical, es decir, la privación del dormir, afecta de forma diferente las estructuras cerebrales relacionadas con estos almacenes (Durmer & Dinges, 2005). Ya que, se han relacionado diferentes estructuras con el procesamiento de información fonológico y visoespacial. El hemisferio izquierdo se relaciona con el almacén fonológico y el lóbulo frontal y el hemisferio derecho se relaciona con el almacén visoespacial (Reuter-Lorenz et al., 2000).

Otros datos que se obtuvieron en esta investigación, son los que se relacionan con el dormir, donde se observa que durante la semana se suele dormir y despertar más temprano a diferencia del fin de semana, en el que se

tiende a retrasar el dormir y el despertar, además de observarse un aumento en la duración del dormir. Estos resultados, también se reportan en la investigación realizada por Valdez, Ramírez, y García (1996).

Sin embargo, los resultados arrojan que el grupo no privado presentó una reducción en su dormir el día del registro, es decir, en promedio este grupo durmió  $6:02 \pm 1:04$  h, lo cual indica que tenía privación parcial del dormir. A su vez, está privación parcial aumento con la reducción del dormir que tuvieron la mañana del día del registro, ya que los participantes no privados del dormir despertaron más temprano de lo habitual para acudir a su registro (antes de la seis de la mañana). Esta situación puede ser una limitante en este estudio y posiblemente impidió ver un efecto más claro de la privación de veinticuatro horas del dormir sobre los almacenes fonológico y visoespacial.

Para obtener datos más claros, sería importante que en futuras investigaciones los participantes duerman al menos ocho horas. Una forma de lograr esto, es acondicionar las instalaciones para que los participantes duerman en el mismo lugar de registro, es decir en el laboratorio y así evitar que el traslado de su casa al laboratorio conlleve una modificación en la calidad y duración del dormir. De esta forma se podrá garantizar que los participantes estén descansados para desarrollar eficientemente las actividades.

Otra limitación de este estudio, fue el número de registros que se realizaron en la mañana, ya que no se pudo identificar si los efectos de la

privación se acentúan más hacia las horas de la tarde.

La información que se revisó y se planteó en esta tesis sobre los efectos de la privación del dormir sobre los almacenes de la memoria de trabajo, es uno de los primeros estudios que realiza un análisis con tareas diseñadas específicamente para estudiar este proceso cognoscitivo básico. Este estudio, contribuye en identificar como el almacén fonológico y visoespacial se ven afectados a consecuencia de la privación de más de veinticuatro horas del dormir. Es necesario conocer más acerca de los efectos del dormir sobre la memoria de trabajo y continuar con el desarrollo de investigaciones que expliquen estos efectos con otros tipos de privación.



## Conclusiones

Las conclusiones en esta tesis son:

- La privación del dormir reduce la eficiencia del componente fonológico de la memoria de trabajo. Esto puede afectar actividades relacionadas con el lenguaje y que implican seguir instrucciones, leer o escribir.
- La privación del dormir aumenta el tiempo de reacción del componente visoespacial de la memoria de trabajo. Esto puede afectar actividades que se relacionan con la resolución de problemas, recordar imágenes, así como ubicar objetos en el espacio al buscar una dirección.
- Este es el primer trabajo sobre privación del dormir donde se analiza cada uno de los componentes de la memoria de trabajo, con tareas diseñadas específicamente para su análisis.

## Referencias

- Aguilar-Roblero, R. (2007). Cronostasia: más allá del modelo de los dos procesos en la regulación del sueño. *Avances de la Medicina del Sueño en Latinoamérica*, 8(1), 5-10.
- Aserinsky, E. & Kleitman, N. (2003). Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena, during sleep. 1953. *Journal Neuropsychiatry Clinical Neurosciences*, 15(4), 454-455.
- Ángeles-Castellanos, Rodríguez, M. K., Salgado, R. & Escobar, C. (2007). Cronobiología médica. fisiología y fisiopatología de los ritmos biológicos: *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 50, 238-241.
- Baddeley, A. D. (1999a). *Essentials of Human Memory*. México: Taylor & Francis.
- Baddeley, A. D. (1999b). *Memoria Humana: Teoría y Práctica*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Ballesteros, S. (1999). Memoria humana: investigación y teoría. *Psicothema*, 11, 705-723.
- Bear, M. F., Connors, B. W. & Paradiso, M. A. (2008). *Neurociencia: la Exploración del Cerebro*: Barcelona, Lippincott Williams y Wilkins.
- Beecher, S. W. & Milner, B. (1957). Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions: *Journal Neuropsychiatry y Clinical*, 20, 11-21.
- Benoit, O. (1984). Homeostatic and adaptive roles of human sleep. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 40, 437-440.
- Borbély, A. A. (2004). Sleep mechanisms. *Sleep and Biological Rhythms*, 2,

67-68.

Cajochen, C., Münch, M., Knoblauch, V., Blatter, K. & Wirz-Justice, A. (2006).

Age-related changes in the circadian and homeostatic regulation of human sleep. *Chronobiology International*, 23, 461-474.

Cannon, W. B. (1929). Organization for physiological homeostasis.

*Physiological Reviews*, 9(3), 399-431.

Carlson, R. N. (1993). Fisiología de la Conducta. Madrid; Pearson.

Carrillo-Mora, P. (2010). Sistemas de memoria: reseña histórica, clasificación

y conceptos actuales *Salud Mental*, 33, 85-93.

Cedrus. (1999). SuperLab. *Phoenix: Autor*.

Cluydts, R., De Valck, E., Verstraeten, E. & Theys, P. (2002). Daytime

sleepiness and its evaluation. *Sleep Medicine Reviews*, 6(2), 83-96.

Corsi, M. (1983). *Psicofisiología del Sueño*. México: Trillas.

Corsi, M. (2008). ¿Qué le pasa al cerebro cuando no duerme?: *Revista*

*Médica de la Universidad Veracruzana*, 1, 53-56.

Chee, M. W. L., & Choo, W. C. (2004). Functional imaging of working memory

after 24 hr of total sleep deprivation. *Journal of Neuroscience*, 24, 4560-4567.

Dolcos, F., Rice, H. J. & Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry and

aging: right hemisphere decline or asymmetry reduction. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 26, 819-825.

Drummond, S. P. & Brown, G. G. (2001). The effects of total sleep deprivation

on cerebral responses to cognitive performance:

- Neuropsychopharmacology*, 25, 68-73.
- Durmer, J. S. & Dinges, D. F. (2005). Neurocognitive consequences of sleep deprivation: *Seminars in Neurology*, 25, 117-129.
- Ebbinghaus, H. (1913). *Memory: a Contribution to Experimental Psychology*. New York: Teachers college, Columbia University.
- Escandón, J. (1994). Ritmos biológicos. *Ciencias*, 35, 69-75.
- Escobar, C. A. (2002). *Motivación y conducta: sus bases biológicas*: México, Manual Moderno.
- Fernández, J. F., Bermúdez-Rattoni, & Prado-Alcalá, R. A. (2001). *Clasificación de la memoria: Memoria, dónde reside y cómo se forma*. México: Trillas.
- Golombek, D. A. (2001). Cronobiología humana: en busca del tiempo perdido. *Ciencias*, 62, 32-44.
- Gómez, M. E. (1990). Sueño y patología: aspectos básicos; neurobiología del dormir y del soñar. *Asociación Española Neuropsiquiatría*, 10, 229-239.
- Gradisar, M., Dohnt, H., Wright, H., Robinson, J. Paine, S. & Gamble, A. (2008). Adolescent napping behavior: Dysfunctional cognitions and negative affect. *Sleep and Biological Rhythms*, 6, 260-263.
- Guyton, A. C. (1997). *Tratado de Fisiología Médica*. México: Mc Graw Hill.
- Hebb, D. O. & Arrubarrena, F. C. (1975). *Psicología*. México, Interamericana.
- Howe, M. (1971). *Introducción a la Memoria Humana*. México: Trillas.
- Kandel, E. R., Jessell, T. M. & Schwartz, J. H. (1976). *Neurociencia y Conducta*. Madrid: Prentice Hall.

- Kantor, J. R. (2003). *La Evolución Científica de la Psicología*. México: Trillas.
- Kim, D. J., Lee, H. P., Kim, M. S., Park, Y. J., Go, H. J., Kim, K. S., Lee, S. P., Chae, J. H. & Lee, C. T. (2001). The effect of total sleep deprivation on cognitive functions in normal adult male subjects. *International Journal of Neuroscience*, 109,127-137.
- Kimble, D. P. (1977). *La Psicología como Ciencia Biológica*. México; Trillas.
- Kolb, B. & Whishaw, I. Q. (2002). *Cerebro y Conducta*. España: Mc Graw Hill.
- Lee, H. J., Kim, L. & Suh, K. Y. (2003). Cognitive deterioration and changes of P300 during total sleep deprivation. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 57, 490-496.
- Luce, G. G. & Segal, J. (1967). *El Sueño*. México: Siglo XXI.
- Matlin, M. W. (2005). *Cognition*: New Jersey, Wiley.
- Nilsson, J. P., Söderström, M., Karlsson, A. U., Lekander, M., Åkerstedt, T., Lindroth, N. E. & Axelsson, J. (2005). Less effective executive functioning after one night's sleep deprivation. *Journal of Sleep Research*, 14(1), 1-6.
- McKenna, B. S., Dickinson, D. L., Orff, H. J. & Drummond, S. (2007). The effects of one night of sleep deprivation on known risk and ambiguous risk decisions. *Journal of Sleep Research*, 16, 245-252.
- Miranda, M. (2003). Los ojos del reloj. *Ciencias*, 40, 20-25.
- Moore, R. Y. (1997). Circadian rhythms: basic neurobiology and clinical applications. *Revista Médica*, 48, 253-266.
- Mu, Q., Nahas, Z., Johnson, K. A., Yamanaka, K., Mishory, A., Koola, J., Hill,

- S., Horner, M. D., Bohning, D. E. & George, M. S. (2005). Decreased cortical response to verbal working memory following sleep deprivation. *Sleep*, 28, 55-67.
- Patrick, G. T. W. & Gilbert, J. A. (1896). Studies from the psychological laboratory of the University of Iowa: On the effects of loss of sleep: *Psychological Review*, 3, 469-483.
- Pinel, J. (2007). *Biopsicología*. Madrid: Perason Educación.
- Rains, G. D., & Campos, V. (2004). *Principios de Neuropsicología Humana*. Mexico: McGraw-Hill.
- Ramírez, C., Talamantes, J., García, A., Morales, M., Valdez, P. & Menna-Barreto, L. (2006). Circadian rhythms in phonological and visuospatial storage components of working memory. *Biological Rhythm Research*, 37, 433-441.
- Reuter-Lorenz, P. A., Jonides, J., Smith, E. E., Hartley, A., Miller, A., Marshuetz, C. & Koeppel, R. A. (2000). Age differences in the frontal lateralization of verbal and spatial working memory revealed by PET. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(1), 174-187.
- Rodríguez, C. J., Martín, M., E. & García, O. P. (2008). Restauración neuronal o plasticidad sináptica a lo largo del ciclo sueño-vigilia. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*, 8, 71-77.
- Smith, C. U. M., Klein, J. O. & Amérigo, J. A. (1972). *El Cerebro*. Madrid: Alianza.
- Smith, M. E., McEvoy, L. K. & Gevins, A. (2002). The impact of moderate

- sleep loss on neurophysiologic signals during working-memory task performance. *Sleep*, 25, 784-794.
- Téllez, A., 1998, Trastornos del sueño: diagnóstico y tratamiento: México, Trillas.
- Torrades, S. (2005). La naturaleza de los sueños. *Neurología*, 24(9), 134-140.
- Tulving, E. (1985). How many memory systems are there?: *American Psychologist*, 40, 385-398.
- Valdez, P. (2009) *Cronobiología Respuestas Psicofisiológicas al Tiempo*. Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Valdez, P., Ramírez, C. & García, A. (1996). Delaying and extending sleep during weekends: sleep recovery or circadian effect?. *Chronobiology International*, 13, 191-198.
- Valdez, P., Ramírez, C. & García, A. (2003). Adjustment of the sleep-wake cycle to small (1-2h) changes in schedule. *Biological Rhythm Research*, 34, 145-155.
- Valdez, P., Ramírez, C., García, A. & Talamantes, J. (2008). Los cambios de la atención a lo largo del día. *Ciencia*, 59, 14-23.
- Valdez, P., Reilly, T. & Waterhouse, J. (2008). Rhythms of mental performance mind, *Brain and Education*, 2, 7-16.
- VellutP, R. (1987). Esquema de la fisiología del sueño. *Revista Médica del Uruguay*, 3, 47-57.

Ward, R. R., Mateo, E. & Trejo, H. G. (1977). *Los Relojes Vivientes*.  
Barcelona: Grijalbo.



## **Apéndices**

## Apéndice A.

### Carta de Aceptación

Monterrey, N.L. a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Por medio de la presente hago constar que estoy enterado de los objetivos que persigue la investigación "Hábitos del dormir y neuropsicología", así como la forma en que se llevará a cabo.

Además, manifiesto que participo en este estudio en forma voluntaria y sin compromiso.

El firmar esta carta no establece ningún tipo de obligación, sólo significa que estoy enterada y acepto participar voluntariamente en la investigación mencionada.

\_\_\_\_\_  
Nombre del Colaborador    Firma del colaborador

## Apéndice B

### Carta de aceptación padres

Estimado padre de familia  
P r e s e n t e.-

Por medio de la presente me permito saludarle y a la vez informarle que su hijo (a) ha sido seleccionado para participar en el estudio "Hábitos del Dormir y Ejecución." Por tal motivo requerimos su consentimiento para que su hijo(a) participe en la investigación contestando un cuestionario sobre su dormir diariamente y acudiendo un sábado del presente año, de las 5:30 hrs. a las 13:00 hrs., a contestar un ejercicio por computadora.

Es importante mencionar que dichos cuestionarios y ejercicios serán aplicados dentro del mismo plantel y están a su disposición para cualquier aclaración.

Estoy de acuerdo que hijo(a): _____ Participe en el estudio: _____ Nombre del tutor: _____ Firma: _____
--

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su atención a la presente, se despide de usted.

A t e n t a m e n t e

Monterrey, N.L., a \_\_\_\_\_

Dra. Ma. Cadelaria Ramírez Tule  
Coordinadora del laboratorio  
de Psicofisiología

ccp. archivo

## Apéndice C

### Datos Generales 1

Fecha \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

Semestre \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_ Turno \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_ Estado civil \_\_\_\_\_

Dirección \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_

e- mail \_\_\_\_\_ Celular \_\_\_\_\_

Horario de clases:

	Entrada	Salida		Entrada	Salida
Lunes			Martes		
Miércoles	_____	_____	Jueves	_____	_____
Viernes	_____	_____	Sábado	_____	_____

¿Cuánto tiempo tarda en trasladarse de su casa a la escuela?

Especifique en minutos \_\_\_\_\_

¿Trabaja actualmente? Sí  No

Si usted es mujer, conteste lo siguiente:

¿Su menstruación es regular o irregular? \_\_\_\_\_

¿Cuántos días pasan entre el inicio de una menstruación y el inicio de la siguiente? \_\_\_\_\_

¿Cuándo fue su última menstruación? \_\_\_\_\_

¿Cuándo fue su penúltima menstruación? \_\_\_\_\_  
 Si es foráneo, conteste lo siguiente:

Ciudad y estado \_\_\_\_\_

¿Con qué frecuencia regresa a su ciudad de origen? \_\_\_\_\_

Si realiza algún tipo de ejercicio o deporte, especifique:

Tipo: \_\_\_\_\_ Que días de la semana: \_\_\_\_\_

Horario de: \_\_\_\_\_ a: \_\_\_\_\_

Si actualmente realiza alguna actividad programada (clases, etc.), especifique cual(es), que días de la semana y a que horas.

Actividad: \_\_\_\_\_ Días: \_\_\_\_\_ Horas: \_\_\_\_\_

Actividad: \_\_\_\_\_ Días: \_\_\_\_\_ Horas: \_\_\_\_\_

Actividad: \_\_\_\_\_ Días: \_\_\_\_\_ Horas: \_\_\_\_\_

¿Con qué frecuencia ingiere bebidas alcohólicas? (veces por semana, veces por mes, etc.)

\_\_\_\_\_

¿Con qué frecuencia fumas? (cigarros por día, cigarros por semana, etc.)

\_\_\_\_\_

¿Con qué frecuencia tomas café? (tazas por día, tazas por semana, etc.)

\_\_\_\_\_

## Apéndice D

### Cuestionario de antecedentes de riesgo de daño cerebral

Fecha \_\_\_\_\_  
 Teléfono \_\_\_\_\_  
 Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha de nacimiento \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_\_ Sexo:  Masculino  Femenino  Diestro  Zurdo  
 Escolaridad (años cursados): Kinder: \_\_\_\_\_ Primaria \_\_\_\_\_ Secundaria \_\_\_\_\_ Prepa \_\_\_\_\_ Profesional \_\_\_\_\_ Grado  
 Escolar Actual \_\_\_\_\_

#### Antecedentes perinatales (datos de tu nacimiento)

¿Cuánto duró el embarazo? \_\_\_\_\_  
 ¿El Dr. le ordeno reposo durante el embarazo? No  Sí   
 ¿Cómo fue el parto?: Natural  Cesárea   
 ¿Quién lo indicó? \_\_\_\_\_ ¿Cuál fue la causa? \_\_\_\_\_  
 ¿Usaron fórceps? No  Sí   
 ¿Se enredó en el cordón umbilical? No  Sí   
 ¿Le faltó oxígeno al niño al nacer? No  Sí   
 ¿Tardó en respirar su hijo? No  Sí  ¿Por cuánto tiempo? \_\_\_\_\_  
 ¿Como nacio? Peso \_\_\_\_\_ Kg. Talla \_\_\_\_\_ cm. Color \_\_\_\_\_  
 ¿Permaneció en incubadora? No  Sí  ¿Cuánto tiempo? \_\_\_\_\_  
 ¿La madre fumó durante el embarazo? No  Sí   
 ¿Por cuánto tiempo? \_\_\_\_\_ · Cantidad por semana \_\_\_\_\_  
 ¿La madre tomó bebidas alcohólicas durante el embarazo? No  Sí   
 ¿Por cuánto tiempo? \_\_\_\_\_ · Cantidad por semana \_\_\_\_\_  
 ¿La madre consumió medicamentos durante el embarazo? No  Sí   
 ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_ ¿Por cuánto tiempo? \_\_\_\_\_

¿Se ha presentado alguna de estas enfermedades en tu familia? No  Sí   
 Alzheimer  Esquizofrenia  Parkinson  Depresión  Trastorno Bipolar  
 ¿En quién? (parentesco) \_\_\_\_\_

¿Has recibido algún tratamiento médico por un período largo de tiempo? No  Sí   
 ¿Por cuánto Tiempo? \_\_\_\_\_ Semanas \_\_\_\_\_ Meses \_\_\_\_\_ Años  
 Si tomo algún medicamento en la última semana indique el nombre: \_\_\_\_\_  
 Dosis \_\_\_\_\_ Hora que lo tomó \_\_\_\_\_

- Señale las enfermedades que tiene o ha tenido:  Ninguna
- Hipertensión     Diabetes     Obesidad     Cáncer
- Meningitis     Encefalitis     Dolor de cabeza     Epilepsia (convulsiones)
- Embolia     Derrame cerebral     Tumor cerebral     Coma
- Insomnio     Otras     Infarto cerebral     Infarto Cardíaco

Comentarios: \_\_\_\_\_

¿Se ha golpeado fuerte la cabeza? No  Sí  ¿Perdió la conciencia momentáneamente? No  Sí

¿Cuánto tardó en recuperar la conciencia? Minutos \_\_\_\_\_ Horas \_\_\_\_\_ Días \_\_\_\_\_ Meses \_\_\_\_\_

Comentarios: \_\_\_\_\_

¿Le han realizado alguna operación en el cerebro? No  Sí

¿Se ha desmayado en el último mes? No  Sí

¿Se ha orinado o ha evacuado por accidente en el último mes? No  Sí

¿Se extravía frecuentemente? No  Sí

¿A veces ve cosas u oye cosas que otras personas no perciben? No  Sí

¿Por momentos no responde a lo que le están diciendo? No  Sí

Comentarios: \_\_\_\_\_

Señale si tuvo dificultades para aprender a alguno de los siguientes procesos:  Ninguna

Caminar     Hablar     Escribir     Leer     Hacer cálculos     Diferenciar derecha-izquierda

Otra: \_\_\_\_\_

¿A qué edad? \_\_\_\_\_ ¿Cuánto tardó en aprender? \_\_\_\_\_

Comentarios: \_\_\_\_\_

¿Ha sido diagnosticado con Déficit de Atención? No  Sí

¿A qué edad? \_\_\_\_\_ ¿Quién lo diagnosticó? \_\_\_\_\_

Comentarios: \_\_\_\_\_

¿Repitió algún año escolar? No  Sí

¿Cuál? \_\_\_\_\_

Señale si ha recibido algún tipo de apoyo escolar o terapia No  Sí

Psicológica Apoyo escolar De lenguaje  
Educación especial Psicomotora Rehabilitación Física  
Estimulación Temprana Otra: \_\_\_\_\_

¿En dónde? (Escuela, centro terapéutico, etc.) \_\_\_\_\_

¿Por qué motivo? \_\_\_\_\_

¿A qué edad? \_\_\_\_\_ ¿Por cuánto tiempo? \_\_\_\_\_

¿Quién se lo indicó? \_\_\_\_\_

---

¿Ha suspendido su educación por un período de tiempo? No  Sí

¿En qué grado escolar? \_\_\_\_\_

¿Por cuánto tiempo? \_\_\_\_\_

¿Por qué?: \_\_\_\_\_

---

¿Alguna vez ha sido suspendido de su escuela por razones de disciplina? No  Sí

¿A qué edad? \_\_\_\_\_ ¿Por cuánto tiempo? \_\_\_\_\_

Comentarios: \_\_\_\_\_

---

¿Toma refresco? No  Sí  Tipo \_\_\_\_\_ Cuántos por semana \_\_\_\_\_

¿Toma café? No  Sí  Cuántas tazas al día \_\_\_\_\_



## Apéndice E

### Autoevaluación de la Fase Circadiana

(Horne y Ostberg, 1976)

Traducción: Téllez y Valdez.

#### Instrucciones:

1. Lea cada pregunta con cuidado antes de contestar.
2. Responda todas las preguntas.
3. Responda las preguntas en el orden en que aparecen.
4. Cada pregunta debe contestarse independientemente de las otras. NO revise sus respuestas anteriores.
5. Para cada pregunta marque con una cruz sólo una respuesta. En las preguntas con una escala marque con una cruz en el espacio adecuado de la escala.
6. Conteste lo más sinceramente posible. Los resultados son estrictamente confidenciales.
7. Anote sus comentarios debajo de cada pregunta.

#### CUESTIONARIO

1. Si pudiera planear libremente su día, ¿a qué hora se levantaría?



2. Si pudiera planear libremente su tarde, ¿a qué hora se acostaría?



3. Si tiene que levantarse en la mañana a una hora específica, ¿qué tanto depende de un reloj alarma para despertar?

No depend  
 Dependo un poco  
 Dependo mucho  
 Dependo totalmente


4. En un día con clima agradable, ¿qué tan fácil se levanta en la mañana?

Muy difícil  
Difícil  
Fácil  
Muy fácil


5. ¿Qué tan atento y despejado se siente durante la primera media hora después de despertar en la mañana?

Nada despejado  
Un poco despejado  
Despejado  
Muy despejado


6. ¿Qué tanta hambre tiene durante la primera media hora después de despertar en la mañana?

Muy poca  
Poca  
Regular  
Mucha


7. ¿Qué tan cansado se siente durante la primera media hora después de despertar en la mañana?

Muy cansado  
Cansado  
Descansado  
Muy descansado


8. Cuando no tiene nada que hacer el día siguiente, ¿a qué hora se acuesta en comparación con lo que acostumbra?

Casi nunca (o nunca) más tarde  
Menos de una hora más tarde  
1 - 2 horas más tarde  
Más de 2 horas más tarde


9. Suponga que ha decidido hacer ejercicio dos días por semana y un amigo lo invita de 7 a 8 AM, ¿Cómo cree que se sentiría?

En muy buena forma

En buena forma

Sería difícil

Sería muy difícil


10. ¿A qué hora se siente cansado y con sueño?



11. Si deseara estar en mejor momento para una prueba escrita difícil (que consiste en resolver problemas y que durará más de dos horas), si pudiera planear libremente su día, ¿qué intervalo escogería?

8 - 10 AM

11 AM - 1 PM

3 - 5 PM

7 - 9 PM


12. Si se acostase a dormir a las 11 PM, ¿qué tan cansado estaría en ese momento?

Nada cansado

Un poco cansado

Cansado

Muy cansado


13. Si por alguna razón se acostó a dormir más tarde de lo acostumbrado y no tiene necesidad de levantarse a una hora determinada al día siguiente, ¿qué es más probable que le suceda?

Despertaría a la hora acostumbrada y ya no dormiría

Despertaría a la hora acostumbrada y me sentiría somnoliento

Despertaría a la hora acostumbrada y me volvería a dormir enseguida

Despertaría más tarde de lo acostumbrado




19. Uno escucha acerca de gentes "madrugadoras" y "nocturnas", ¿de cuál de esos tipos se considera?

Definitivamente madrugador  
Más madrugador que nocturne  
Más nocturno que madrugador  
Definitivamente nocturne


## Apéndice F

### Questionario de Transtornos del Dormir

Lea cuidadosamente los problemas del dormir que se mencionan abajo y señale cuál de ellos presenta actualmente usted. Cuando marque **SI**, indique enseguida lo molesto del problema.

	NO	SI	Me molesta				
			Nada	Poco	Regular	Mucho	Demasiado
¿Tiene dificultades para empezar a dormir?							
¿Tiene despertamientos durante la noche con dificultades para volver a dormir?							
¿Despierta en la noche y no logra volver a dormir?							
¿Se siente cansado al despertar?							
¿Siente que duerme demasiado tiempo?							
¿Siente muchas ganas de dormir durante el día?							
¿Tiene pesadillas?							
¿Recuerda sus pesadillas detalladamente?							
¿Habla dormido?							
¿Tiene sonambulismo (camina dormido)?							
¿Siente que no puede moverse (paralizado) al empezar a dormir o al despertar?							
¿Rechina los dientes dormido?							
¿Se orina en la cama?							
¿Ronca?							

## Apéndice G

### Diario del Dormir

Escribe la información correspondiente  
 Recuerda poner A: M: o P: M: donde corresponda

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

¿A qué hora se acostó anoche? \_\_\_\_\_ ¿Cuánto tiempo tardó en dormirse?  
 Especifique en minutos \_\_\_\_\_

¿A qué hora se despertó hoy? \_\_\_\_\_ ¿A qué hora se levantó hoy? \_\_\_\_\_

¿Cómo se despertó hoy? Con despertador \_\_\_\_\_ Espontáneo \_\_\_\_\_

Otro (especifique) \_\_\_\_\_

¿Cuántas veces se despertó durante el dormir? \_\_\_\_\_

Al despertar, ¿se levanto alguna vez de la cama? \_\_\_\_\_

Si tomó alguna siesta el día de ayer, especifique:

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora de terminación: \_\_\_\_\_

**Califique lo siguiente de acuerdo a la escala de la derecha.**

¿Tuvo dificultades para empezar a dormir anoche?  
 ¿Qué tan satisfecho quedo hoy de su dormir?  
 ¿Qué tan alerta y dispuesto a trabajar se sintió hoy al despertar?  
 ¿Qué tan somnoliento se sintió durante el día de ayer?  
 ¿Qué tan cansado se sintió durante el día de ayer?

Nada	Poco	Regular	Mucho	Demasiado

Si tomó alguno de lo siguiente, durante el día de ayer, especifique:

Nombre:	Tipo	Cantidad	¿A qué hora(s)?:
Medicamento	_____	_____	_____
Refresco de cola	_____	_____	_____
Bebidas alcohólicas	_____	_____	_____
Cigarros	_____	_____	_____
Café	_____	_____	_____

**Apéndice H**  
**Escalas Visuales Analógicas**

**Somnolencia**

**Nombre:**

---

**Marque con una línea vertical sobre la siguiente línea su grado de cansancio actual, considerando que el extremo izquierdo representa nada de cansancio y el derecho mucho cansancio.**

---

**Cansancio**

**Nombre:**

---

**Marque con una línea vertical sobre la siguiente línea su grado de somnolencia actual, considerando que el extremo izquierdo representa nada de somnolencia y el derecho mucha somnolencia.**

---