

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

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN COGNICIÓN Y
EDUCACIÓN**



**VARIACIONES HOMEOSTÁTICAS Y CIRCADIANAS EN LA ATENCIÓN CON
LA EXTENSIÓN DEL DORMIR**

**TESIS COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS**

PRESENTA

IVANA RAQUEL SANTOS RAMÍREZ

DIRECTOR DE TESIS:

PABLO VALDEZ RAMÍREZ

MONTERREY, N. L., MÉXICO, FEBRERO, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE PSICOLOGÍA
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN COGNICIÓN Y
EDUCACIÓN**



**VARIACIONES HOMEOSTÁTICAS Y CIRCADIANAS EN LA ATENCIÓN CON
LA EXTENSIÓN DEL DORMIR**

**TESIS COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS**

PRESENTA

IVANA RAQUEL SANTOS RAMÍREZ

DIRECTOR DE TESIS:

PABLO VALDEZ RAMÍREZ

MONTERREY, N. L., 02 MARZO, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE PSICOLOGÍA
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN COGNICIÓN Y
EDUCACIÓN

La tesis titulada “Variaciones homeostáticas y circadianas en la atención con la extensión del dormir” que presenta Ivana Raquel Santos Ramírez ha sido aprobada por el Comité de Tesis.

Pablo Valdez Ramírez
Director de Tesis

Minerva Aída García García
Revisora de Tesis

Jorge Benjamín Borrani Valdés
Revisor de Tesis

Monterrey, Nuevo León, México, 02 Marzo, 2024

“¿Qué sería de la vida si no tuviéramos el valor de intentar algo nuevo?”

-Van Gogh

DEDICATORIA

*A mis padres José Luis y Virginia
Por darme todo el amor para cumplir mis sueños*

*En memoria de mis abuelos
Raquel, Bernardo, Hilaria y Jesús*

AGRADECIMIENTOS

A todos los participantes de esta investigación, por su entusiasmo y disposición para cumplir con las características del registro.

A los colaboradores del laboratorio de Psicofisiología, especialmente a Karla Escamilla y Hugo Ortega, por esforzarse tanto desde el primer día y darme su apoyo incondicional en todas las fases del proyecto.

A el Dr. Pablo Valdez, por dirigir mi tesis y ser fundamental en mi formación. Gracias por transmitirme el amor por la investigación y compartirme enseñanzas desde mis primeros días en el laboratorio, que me acompañaran toda mi vida.

A mis revisores la Dra. Aída García, el Dr. Jorge Borrani, y a la Dra. Candelaria Ramírez por todo su interés y paciencia para resolver mis dudas sobre el registro, los análisis y la redacción de la tesis.

A mis papás y a mis hermanos Luis y Claudia, por siempre estar para mí y compartir la felicidad de mis metas.

A mis compañeros de generación Mariel, Dante, Brayan, Daniela, Diana y Jessica por enriquecer mi experiencia en la maestría con su compañía y amistad.

A mis mejores amigos Luz, Cynthia, Adriana, Vanessa, Lourdes, Bryan, Gustavo, Andrés, Carlos, Daniel, Francisco e Imanol; por ser una parte fundamental en mi vida, motivarme y estar presentes con su cariño siempre.

Al Ing. Arturo de la Garza por su interés en entender el proyecto para hacer sugerencias con el análisis de datos.

A Patricio Tamez, por llegar a mi vida para motivarme a aprender cada día más.

A la Maestra Eve Garza y a la Psic. Andrea, por darme la confianza en mí para terminar esta tesis y enseñarme a ser disciplinada y constante en mis metas.

RESUMEN

Extender el dormir es común en los estudiantes universitarios, especialmente en fines de semana y vacaciones. En estas condiciones los estudiantes pueden dormir diez horas o más por noche. El objetivo de esta tesis fue analizar si la extensión del dormir modifica las variaciones homeostáticas y circadianas de los componentes de la atención: alerta tónica, alerta fásica, atención selectiva y atención sostenida. Participaron 26 estudiantes universitarios de 18.58 ± 1.60 años. Los estudiantes se dividieron en dos grupos: un grupo control (GC) de 18 participantes que durmieron 8 horas, y un grupo de extensión del dormir (GE) de 8 participantes que durmieron en promedio 10 horas durante 3 noches consecutivas. Después ambos grupos iniciaron un protocolo de rutina constante de 29 horas. En este protocolo los participantes mantuvieron constante su vigilia, postura, ingesta de alimentos, exposición a la luz (<5 lux) y la temperatura ambiental ($24 \pm 1^\circ$). La temperatura rectal se registró con un termistor, los componentes de la atención se evaluaron con una tarea de ejecución continua. Se encontraron variaciones homeostáticas en ambos grupos, la somnolencia (GC: $\beta = -0.90$, GE: $\beta = 0.77$, $t = 1.82$, NS) y el cansancio (GC: $\beta = 0.89$, GE: $\beta = 0.80$, $t = 1.49$, NS) aumentaron durante el registro. Además, en ambos grupos disminuyó el porcentaje de respuestas correctas de alerta tónica (GC: $\beta = -0.80$, GE: $\beta = -0.66$, $t = -2.23$, NS), alerta fásica (GC: $\beta = -0.82$, GE: $\beta = -0.75$, $t = -1.17$, NS), atención selectiva (GC: $\beta = -0.75$, GE: $\beta = -0.64$, $t = -1.39$, NS) y atención sostenida (desviación estándar: GC: $\beta = 0.79$, GE: $\beta = 0.74$, $t = 1.01$, NS; tendencia lineal: GC: $\beta = -0.56$, GE: $\beta = -0.80$, $t = 2.38$, NS; secuencias de aciertos: GC: $\beta = -0.71$, GE: $\beta = -0.78$, $t = 1.02$, NS; secuencias de errores: GC: $\beta = 0.71$, GE: $\beta = 0.62$, $t = 0.96$, NS). No se encontraron diferencias entre grupos al comparar el promedio general de la somnolencia ($t = -0.72$, NS), cansancio ($t = -0.62$, NS) ni de los componentes de la atención (alerta tónica: $t = -2.02$, NS; alerta fásica: $t = -1.81$, NS; atención selectiva: $t = -1.15$, NS; atención sostenida: desviación estándar = 2.26, NS; tendencia lineal = 2.38, NS; secuencias de aciertos: $t = -1.37$, NS; secuencias de errores: $t = 1.74$, NS). En ambos grupos se encontraron variaciones circadianas y no hubo diferencias entre grupos en la batifase (punto más bajo) de la temperatura corporal (GC: $05:28 \pm 03:18$ h, GE: $06:08 \pm 02:03$ h; $t = 0.78$, NS), ni en las batifases de los componentes de la atención (alerta tónica: GC = $06:38 \pm 02:28$ h, GE = $06:54 \pm 01:49$ h; alerta fásica: GC: $06:09 \pm 02:46$ h, GE: $06:36 \pm 01:50$ h; atención selectiva: GC = $06:13 \pm 02:51$ h, GE = $06:29 \pm 01:56$ h; atención sostenida: desviación estándar: GC = $18:35 \pm 02:59$ h, GE = $18:42 \pm 01:47$ h; tendencia lineal: GC = $04:12 \pm 04:01$ h, GE = $07:10 \pm 01:14$ h; secuencias de aciertos: GC = $04:37 \pm 02:07$ h, GE = $05:15 \pm 01:16$ h; secuencias de errores: GC = $19:18 \pm 03:48$ h, GE = $19:39 \pm 02:07$ h). En conclusión, al dormir 8 o 10 horas no hay diferencias en las variaciones homeostáticas y circadianas de los componentes de la atención. Por lo cual, extender el dormir no mejora el rendimiento durante el día. Además, al despertarse temprano (05:00-07:00 h) también hay riesgo de cometer errores o tener accidentes durante la madrugada.

Palabras clave: Extensión del dormir, ritmos circadianos, atención

ABSTRACT

Sleep extension is recurrent among teenagers and young adults, especially during weekends and vacation, when they Sleep 10 hours or more during the night. The aim of this thesis was to analyze if sleep extension modifies homeostatic and circadian variations in the components of attention: tonic alertness, Phasic alertness, selective attention and Sustained attention. Participants were 26 undergraduate students of 18.58 ± 1.60 years divided in two groups. A control group (CG) of 18 participants and a sleep extension group (EG). Both groups participated in a 29-h constant routine protocol in which participants remain awake in an isolated room, with constant dim light ($<5\text{lux}$) and constant temperature ($24 \pm 1^\circ$). Every hour, participants answered a continuous performance task that evaluated the components of attention. CG slept 8 h for 3 nights before the constant routine protocol, while EG slept 10 h. Rectal temperature was recorded with a thermistor, while components of attention were assessed with a continuous performance task. Homeostatic variations were found in somnolence (CG: $\beta = -0.90$, EG: $\beta = 0.77$, $t = 1.82$, NS) and tiredness (CG: $\beta = 0.89$, EG: $\beta = 0.80$, $t = 1.49$, NS) as they increased during the protocol. Also, in both groups correct responses decreased in tonic alertness (CG: $\beta = -0.80$, EG: $\beta = -0.66$, $t = -2.23$, NS), phasic alertness (CG: $\beta = -0.82$, EG: $\beta = -0.75$, $t = -1.17$, NS), selective attention (CG: $\beta = -0.75$, EG: $\beta = -0.64$, $t = -1.39$, NS) and sustained attention (standard deviation: CG: $\beta = 0.79$, EG: $\beta = 0.74$, $t = 1.01$, NS; linear tendency: CG: $\beta = -0.56$, EG: $\beta = -0.80$, $t = 2.38$, NS; hit runs: CG: $\beta = -0.71$, EG: $\beta = -0.78$, $t = 1.02$, NS; error runs: CG: $\beta = 0.71$, EG: $\beta = 0.62$, $t = 0.96$, NS). There were no significant differences between groups in the average of somnolence ($t = -0.72$, NS), tiredness ($t = -0.62$, NS) and correct responses of the components of attention during the constant routine protocol (tonic alertness: $t = -2.02$, NS; phasic alertness: $t = -1.81$, NS; selective attention: $t = -1.15$, NS; sustained attention: standard deviation = 2.26 , NS; linear tendency = 2.38 , NS; hit runs: $t = -1.37$, NS; error runs: $t = 1.74$, NS). In both group circadian variations were found as there were no significant differences between groups in the batiphase (lower point) of the body temperature (CG: $05:28 \pm 03:18$ h, EG: $06:08 \pm 02:03$ h; $t = 0.78$, NS). Neither in the batiphase of the components of attention (tonic alertness: CG = $06:38 \pm 02:28$ h, EG = $06:54 \pm 01:49$ h; phasic alertness: CG: $06:09 \pm 02:46$ h, EG: $06:36 \pm 01:50$ h; selective attention: CG = $06:13 \pm 02:51$ h, EG = $06:29 \pm 01:56$ h; sustained attention: standard deviation: CG = $18:35 \pm 02:59$ h, EG = $18:42 \pm 01:47$ h; linear tendency: CG = $04:12 \pm 04:01$ h, EG = $07:10 \pm 01:14$ h; hit runs: GC = $04:37 \pm 02:07$ h, GE = $05:15 \pm 01:16$ h; error runs: GC = $19:18 \pm 03:48$ h, GE = $19:39 \pm 02:07$ h). In conclusion, homeostatic and circadian variations of the components of attention are not modify when people sleep 10 hours compared to when they sleep 8 hours. When people extend their sleep, their performance do not improve during the day. Also, if they wake up early in the morning (05:00-07:00 h) they steel in risk of making mistakes or having accidents.

Key words: Sleep extension, circadian rhythms, attention.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
Definición del Problema	4
Justificación de la Investigación.....	6
Objetivos.....	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	7
Hipótesis	7
Delimitaciones.....	8
II. MARCO TEÓRICO.....	9
La vigilia.....	9
El dormir.....	9
Sueño No-MOR.....	11
Sueño liger	11
Etapa de Movimientos Oculares Rápidos (MOR).....	12
Ciclo sueño-vigilia	13
Teoría bifactorial de la regulación del sueño.....	13
Factor homeostático.....	13
Factor circadiano.....	14
Diferencias individuales del ciclo sueño-vigilia.....	16
Rendimiento durante el día.....	17
Privación del dormir	17
Extensión del dormir	18
Atención.....	22

La atención como un proceso unitario.....	22
Estudio de la atención a través de componentes	23
III. MÉTODO.....	27
Diseño.....	27
Participantes	27
Instrumentos	28
Cuestionarios	28
Tarea de ejecución continua	31
Aparatos.....	32
Área de registro.....	34
Procedimiento.....	34
Invitación y selección de participantes	34
Antes del registro de rutina constante	35
Registro de rutina constante.....	36
Análisis de datos.....	37
IV. RESULTADOS.....	41
Datos generales.....	41
Duración del dormir.....	42
Temperatura	46
Somnolencia	51
Cansancio.....	54
Eficiencia general.....	57
Alerta tónica	60
Alerta fásica	63
Atención Selectiva	66
Atención sostenida.....	69

Estabilidad general.....	69
Estabilidad en el tiempo	72
Estabilidad a corto plazo	75
Diferencias entre el grupo control y el grupo de extensión del dormir en los componentes de la atención	81
V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	87
Discusión	87
Variaciones homeostáticas en los componentes de la atención	87
Variaciones circadianas en los componentes de la atención	90
Implicaciones teóricas	91
Implicaciones prácticas	92
Limitaciones y recomendaciones para estudios futuros	94
Conclusiones	96
VI. REFERENCIAS.....	97
VII. ANEXOS	111

Índice de figuras

Figura 1. Tarea de ejecución continua.	32
Figura 2. Registro actigráfico de un participante del grupo de extensión del dormir.	33
Figura 3. Fases del registro para cada uno de los grupos.	36
Figura 4. Protocolo de rutina constante.	37
Figura 5. Ciclo sueño-vigilia de los participantes del grupo control en los días de entre semana y fin de semana.	43
Figura 6. Ciclo sueño-vigilia del grupo de extensión del dormir en los días de entre semana, fin de semana y las tres noches de extensión.	44
Figura 7. Inicio, fin y duración del dormir del grupo control y del grupo experimental en diferentes fases del estudio.	45
Figura 8. Curva de la temperatura rectal de los participantes del grupo control.	48
Figura 9. Curva de la temperatura rectal de los participantes del grupo de extensión del dormir.	49
Figura 10. Curva de la temperatura rectal del grupo control y del grupo de extensión del dormir	50
Figura 11. Promedio de la somnolencia indicada en centímetros (cm) de los participantes del grupo control y del grupo de extensión del dormir.	53
Figura 12. Promedio general de la somnolencia indicada en cm por los participantes del grupo control y del grupo de extensión del dormir.	56
Figura 13. Indicadores de la alerta tónica, alerta fásica, atención selectiva y atención sostenida en la tarea de ejecución continua el grupo control y de extensión del dormir.	82
Figura 14. Promedio general y error estándar de los indicadores de alerta tónica, alerta fásica, atención selectiva y atención sostenida en la tarea de ejecución continua.	85
Figura 15. Promedio y error estándar de los indicadores de alerta tónica, alerta fásica, atención selectiva y sostenida en la tarea de ejecución continua del grupo control y de extensión del dormir.	86

Índice de tablas

Tabla 1. Datos generales del grupo control	41
Tabla 2. Datos generales del grupo de extensión del dormir	42
Tabla 3. Promedio de la hora de dormir, despertar y duración del dormir del grupo control.....	43
Tabla 4. Promedio de la hora de dormir, despertar y duración del dormir del grupo de extensión del dormir	44
Tabla 5. Análisis de Cosinor de la temperatura rectal del grupo control	47
Tabla 6. Análisis de Cosinor de la temperatura rectal del grupo de extensión del dormir	49
Tabla 7. Análisis Cosinor de la somnolencia en el grupo control	52
Tabla 8. Análisis Cosinor en la somnolencia del grupo de extensión del dormir	53
Tabla 9. Análisis Cosinor del cansancio en el grupo control	55
Tabla 10. Análisis Cosinor en el cansancio del grupo de extensión del dormir..	56
Tabla 11. Análisis Cosinor de las respuestas correctas durante toda la tarea en el grupo control.....	58
Tabla 12. Análisis Cosinor de las respuestas correctas durante toda la tarea de atención en el grupo de extensión.....	59
Tabla 13. Análisis Cosinor del porcentaje de respuestas correctas de alerta tónica en el grupo control.....	61
Tabla 14. Análisis Cosinor del porcentaje de respuestas correctas de alerta tónica en el grupo de extensión del dormir	62
Tabla 15. Análisis Cosinor del porcentaje de respuestas correctas de alerta fásica en el grupo control.....	64
Tabla 16. Análisis Cosinor del porcentaje de respuestas correctas de alerta fásica en el grupo de extensión del dormir	65
Tabla 17. Análisis Cosinor del porcentaje de respuestas correctas de atención selectiva en el grupo control	67
Tabla 18. Análisis cosinor del porcentaje de respuestas correctas de atención selectiva en el grupo de extensión	68
Tabla 19. Análisis Cosinor de la desviación estándar del porcentaje de respuestas	

correctas en el grupo control	70
Tabla 20. Análisis Cosinor de la desviación estándar del porcentaje de respuestas correctas en el grupo extensión.....	71
Tabla 21. Análisis Cosinor del porcentaje de la tendencia lineal de las respuestas correctas en el grupo control	73
Tabla 22. Análisis Cosinor del porcentaje de la tendencia lineal de las respuestas correctas en el grupo de extensión del dormir.....	74
Tabla 23. Análisis Cosinor de las secuencias de aciertos en el grupo control ...	76
Tabla 24. Análisis Cosinor de las secuencias de aciertos del grupo de extensión del dormir	77
Tabla 25. Análisis Cosinor de las secuencias de errores en el grupo control	79
Tabla 26. Análisis Cosinor de las secuencias de errores en el grupo de extensión del dormir	80
Tabla 27. Regresión lineal de los indicadores de los componentes de la atención	83
Tabla 28. Batifase de la somnolencia, cansancio y de los indicadores de los componentes de la atención.....	84

Índice de Anexos

Anexo 1. Carta de consentimiento informado	111
Anexo 2. Carta de autorización para padres	112
Anexo 3. Cuestionario de Datos generales	113
Anexo 4. Autoevaluación de la fase circadiana	115
Anexo 5. Trastornos del dormir.....	120
Anexo 6. Cuestionario de hábitos del dormir	121
Anexo 7. Escala de somnolencia de Epworth.....	123
Anexo 8. Diario del dormir	124
Anexo 9. Diario de alimentación	125
Anexo 10. Escalas de somnolencia y cansancio	126

I. INTRODUCCIÓN

El dormir es un estado fisiológico que se caracteriza por una disminución en la frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, tono muscular, temperatura y en la capacidad para responder a los estímulos del entorno.

Hay dos teorías que explican por qué dormimos, la teoría homeostática y la teoría circadiana. La teoría homeostática, indica que las personas duermen para recuperar la energía corporal que se utiliza durante el día. De esta forma, a medida que transcurre el día las personas se sienten más somnolientas, más cansadas, y disminuye su alerta, por lo cual, las personas duermen al llegar la noche. Por otra parte, la teoría circadiana plantea que la vigilia y el dormir forman un ciclo de 24 horas. De acuerdo con esta teoría, las personas siempre se mantienen despiertas durante el día y duermen durante la noche (Borbély, 1982).

Existe una relación entre el dormir y el desempeño de las personas para realizar sus actividades. Sin embargo, para estudiar esta relación, hay que considerar diferentes aspectos como la duración del dormir, su preferencia en los horarios del dormir y como cambian estos horarios por otras actividades como trabajo o escuela.

En cuanto a la duración del dormir, la mayoría de las personas necesitan entre 7 y 8 horas de sueño para sentirse descansadas. Sin embargo, existen diferencias individuales en la población. Un pequeño sector de la población reporta que se

siente bien cuando duermen menos de 6 horas y se conocen como personas de dormir corto; por otro lado, hay otras personas que necesitan dormir más de 9 horas y se conocen como personas de dormir largo (Valdez, 2015).

El horario de trabajo o escuela impacta en la duración del dormir de las personas. Se ha encontrado que, cuando las personas duermen menos tienen somnolencia, cansancio y reportan una menor calidad en su dormir (Babkoff et al., 1991; Kirmil-Gray et al., 1984). Además, cuando las personas reducen su dormir, el tiempo de reacción es más lento y cometen más errores cuando llevan a cabo sus actividades, de tal forma que el rendimiento de las personas disminuye durante el día (del Ángel et al., 2015; García et al., 2021).

Existen otros momentos como los fines de semana y vacaciones en los que las personas no tienen que ir al trabajo o a la escuela y pueden extender su dormir (Valdez et al., 1996). Se ha encontrado que cuando las personas extienden su dormir y se acuestan más temprano, tardan más tiempo en quedarse dormidas y aumenta la duración de las etapas de sueño ligero, lo que implica un dormir de baja calidad (Harrison y Horne, 1996).

Sin embargo, los estudios en los que se analizan los efectos de extender el dormir en el rendimiento son contradictorios. Algunos estudios han encontrado que los resultados de cuando las personas extienden su dormir, son similares a cuando las personas duermen menos horas, es decir, las respuestas son más lentas y se cometen más errores al resolver operaciones aritméticas o discriminar dos sonidos (Harrison y Horne, 1996; Taub et al., 1971). Por el

contrario, otras investigaciones han encontrado que cuando las personas extienden su dormir, el tiempo de reacción es más rápido, sienten menos fatiga y por consecuencia el rendimiento es mejor que los días en los que se duerme menos (Dewald-Kaufmann et al., 2013; Kamdar et al., 2004; Mah et al., 2011; Mantua et al., 2019).

Por otra parte, el rendimiento de las personas para realizar sus actividades también se puede explicar en base a la teoría homeostática y circadiana. De acuerdo con la teoría homeostática, el rendimiento de las personas disminuye a medida que transcurre el día, de esta forma, entre más horas permanece una persona despierta, se sentirá más somnolienta, cometerá más errores y su rendimiento disminuirá. De acuerdo con la teoría circadiana, durante la noche y la madrugada, las personas pueden cometer más errores y su rendimiento será peor al realizar sus actividades en comparación con el rendimiento que tienen durante el día (Borbély, 1982; Valdez, 2019).

La capacidad de las personas para realizar actividades diarias depende de diferentes procesos cognitivos básicos, como la atención (Eysenck y Keane, 2015). La atención es un proceso que se puede definir a través de un modelo neuropsicológico con 4 componentes: la alerta tónica, la alerta fásica, la atención selectiva y la atención sostenida. La alerta tónica, es la capacidad para responder a los estímulos generales de nuestro entorno. Por otro lado, la alerta fásica, implica dar respuesta a un estímulo después de que se presenta una señal de aviso. La atención selectiva, consiste en dar una respuesta específica ante un estímulo específico. Por último, la atención sostenida se define como la

capacidad de dar respuestas eficientes por periodos largos de tiempo. La alerta tónica y la alerta fásica tienen relación con la activación de la formación reticular. Por otro lado, la atención selectiva y la atención sostenida están relacionadas con el lóbulo frontal y parietal (Cohen, 1993; Posner y Boies, 1971; Posner y Rafal, 1987).

Estudios previos sobre la atención y el dormir muestran que cuando las personas duermen ocho horas los componentes de la atención presentan variaciones homeostáticas, es decir, las personas responden más lento y cometen más errores a medida que transcurre el día. Así mismo, se observan variaciones circadianas, de tal forma que entre las 04:00-08:00 h las personas tienen el peor desempeño en tareas que evalúan los componentes de la atención (Valdez et al., 2005; Valdez, 2019b).

Sin embargo, no se conoce si estas variaciones homeostáticas y circadianas en los componentes de la atención se mantienen cuando las personas extienden su dormir. Por tal motivo, esta tesis pretende analizar las variaciones homeostáticas y circadianas de los componentes de la atención al extender el dormir.

Definición del Problema

Los estudios sobre los efectos de la extensión del dormir y los procesos cognitivos tienen algunas limitaciones. En primer lugar, los resultados que han encontrado son contradictorios, algunos estudios encuentran que cuando las personas extienden su los efectos en los procesos cognitivos son similares a cuando las personas no duermen, es decir, el rendimiento físico, la alerta y la

atención sostenida disminuyen en comparación a cuando las personas duermen más horas (Taub, 1980; Taub y Berger, 1973, p. 197). Sin embargo, otros estudios reportan que con la extensión del dormir los procesos cognitivos mejoran, el tiempo de reacción disminuye, el rendimiento físico y la atención sostenida aumenta, en comparación a cuando las personas duermen menos horas (Kamdar et al., 2004; Ritland et al., 2019).

En segundo lugar, los estudios sobre la extensión del dormir sólo se aplican algunas tareas al despertar o en algunas aplicaciones aisladas a lo largo de día para analizar los efectos de la extensión del dormir sobre los procesos cognitivos (Taub y Berger, 1973). Por lo que, no hay claridad sobre si los efectos de la extensión del dormir se mantienen en el transcurso del día.

En tercer lugar, los estudios que analizan los efectos de la extensión del dormir sobre la atención sólo evalúan componentes aislados de este proceso cognitivo. De esta forma, algunos estudios analizan sólo la alerta o sólo la atención selectiva, lo que no permite analizar lo que ocurre con otros componentes como la atención sostenida y tampoco permite conocer cómo se relacionan estos componentes. Además, en la mayoría de estos estudios sólo se registra el tiempo de reacción, lo que explica la velocidad de respuesta, pero no se explica la eficiencia o calidad de las respuestas de los participantes al extender su dormir (Mah et al., 2011; Ritland et al., 2019; Roehrs et al., 1989, Swinbourne et al., 2018). En resumen, los estudios no analizan todos los componentes de la atención en base a un modelo neuropsicológico de atención como el que se propone en esta tesis.

Finalmente, ninguno de estos estudios que abordan la extensión del dormir y la atención analizan la existencia de cambios homeostáticos y/o circadianos en los componentes de la atención.

Justificación de la Investigación

No dormir o reducir el dormir es frecuente en los estudiantes universitarios, esto ocurre cuando asisten a clase y al trabajo entre semana. Por otro lado, los estudiantes tienen oportunidad de extender su dormir, durante las vacaciones, los fines de semana o días libres (Valdez et al., 1996). Sin embargo, no se conoce si el rendimiento de los estudiantes mejora o disminuye cuando duermen más de 10 horas, en comparación con los días que duermen sólo 8 horas.

Conocer si el rendimiento mejora o disminuye cuando se duerme más, permitiría enfocar los programas de higiene del dormir, de esta forma, no sólo se consideraría la duración del dormir, si no también se tomarían en cuenta el cronotipo de las personas, la hora de dormir o de despertar y la calidad del dormir.

Así mismo, conocer a qué hora del día las personas tienen peores niveles de atención después de dormir 10 horas, proporcionará información sobre el momento del día más adecuado para llevar a cabo actividades demandantes o que impliquen un riesgo. Por consecuencia, con esta información se podrían prevenir accidentes al caminar o cruzar las calles, al conducir, manipular herramientas o maquinaria.

Objetivos

Objetivo General

El objetivo de esta tesis es analizar las variaciones homeostáticas y circadianas de la atención con la extensión del dormir.

Objetivos Específicos

Analizar las variaciones homeostáticas y circadianas de la alerta tónica con la extensión del dormir.

Analizar las variaciones homeostáticas y circadianas de la alerta fásica con la extensión del dormir.

Analizar las variaciones homeostáticas y circadianas de la atención selectiva con la extensión del dormir.

Analizar las variaciones homeostáticas y circadianas de la atención sostenida con la extensión del dormir.

Hipótesis

En esta tesis se plantea que los componentes de la atención presentarán variaciones homeostáticas y circadianas con la extensión del dormir en los participantes que duermen 8 y 10 horas. Así mismo, se plantea que los componentes de la atención disminuirán a medida que los participantes permanezcan más tiempo despiertos. Por otra parte, se hipotetiza que las variaciones circadianas de los componentes de la atención en el grupo que

duerma 8 horas y en el grupo que extienda el se ajustará a la curva de temperatura corporal, por lo cual la batifase o punto más bajo de los componentes de la atención se presentará entre las 04:00-08:00 h.

Delimitaciones

Con los resultados de este estudio se puede explicar el efecto de extender el dormir a 10 horas. Sin embargo, en esta tesis no se analizaron los efectos de extender el dormir después de una noche de reducción o privación de sueño. Ya que de acuerdo con la teoría el efecto de extender el dormir es diferente dependiendo de las horas que los participantes duerman antes de la extensión del dormir. De esta forma, sí un participante se priva o reduce su dormir y después extiende su dormir podrían presentarse otros cambios en la atención diferentes a los obtenidos de esta tesis (Nakazawa et al., 1978).

Por otro lado, en esta tesis sólo se analizaron los efectos de extender el dormir sobre la atención y sus componentes, sin embargo, otros procesos cognitivos básicos como la memoria o las funciones ejecutivas también podrían afectarse.

Finalmente, en este estudio se evaluó únicamente a jóvenes adultos que no tienen ningún diagnóstico o alteración en la atención, por lo que no se conoce si estos resultados se podrían replicar en niños, adolescentes o en personas que tienen alguna alteración del neurodesarrollo.

II. MARCO TEÓRICO

Para comprender la extensión del dormir y analizar sus efectos, primero se definirá la vigilia y el dormir.

La vigilia

Durante la vigilia las personas presentan mayor cantidad de movimientos oculares y el tono muscular depende de las actividades que se realicen, pero generalmente el tono muscular es alto. Cuando las personas están despiertas, su frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y temperatura corporal y la capacidad para responder a los estímulos de su entorno es mayor que cuando duermen (Cabrera,1983). Cuando una persona se mantiene despierta, su registro electroencefalográfico presenta en su mayoría ondas alfa y ondas beta (van de Velde et al., 1998).

El dormir

El sueño, es otra forma de llamar al dormir. En esta tesis, ni el sueño, ni el dormir hacen referencia a las ensoñaciones que pueden presentarse durante la noche.

El dormir a diferencia de la vigilia es un estado fisiológico que se caracteriza por una disminución de la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardíaca, el tono muscular, la temperatura corporal y la capacidad para responder a los estímulos del entorno. De esta forma, cuando las personas duermen, mantienen los ojos

cerrados, todos sus músculos se relajan, su frecuencia cardiaca y su frecuencia respiratoria son más lentas y su temperatura corporal es menor en comparación a cuando las personas se encuentran despiertas (Cabrera,1983). Además, cuando las personas duermen, no responden a cualquier estímulo del entorno, se necesita que los estímulos sean fuertes o significativos para que se responda de manera eficiente (Oswald et al., 1960). Generalmente, de las 24 horas del día las personas duermen 8 horas y el resto del tiempo permanecen despiertas o en vigilia.

Durante muchos años, el dormir se concibió como un estado pasivo donde el cuerpo se encontraba apagado o inactivo. Así mismo, el dormir era considerado un estado intermedio entre la vigilia y la muerte, que no era diferente del estado coma o la hibernación (Dement, 2005; Kryger et al., 2021; Macnish, 1834). Sin embargo, la definición del dormir cambió con el descubrimiento del electroencefalograma (EEG). Con el EEG se observó que durante el dormir el sistema nervioso se mantiene activo y su actividad eléctrica es diferente a la actividad eléctrica de la vigilia.

Al registrar la actividad eléctrica con el EEG, se identificaron cinco etapas diferentes durante el sueño. Cuatro etapas de sueño no-MOR (Movimientos Oculares Rápidos) y una de sueño MOR. De las cuatro etapas de sueño no-MOR, las etapas 1 y 2 se clasifican como etapas de sueño ligero, mientras que las etapas 3 y 4 se clasifican como etapas de sueño profundo. Se ha encontrado que las etapas de sueño profundo son cruciales para el descanso (Carskadon y Dement, 2011).

En conjunto, las cinco etapas del dormir conforman un ciclo de 90 minutos, este ciclo se repite varias veces durante la cantidad de tiempo que las personas permanecen dormidas. De esta forma si una persona duerme 8 horas, tendrá aproximadamente 5 ciclos de 90 minutos.

Durante el dormir se presentan diferentes etapas, cada una de estas etapas tiene características diferentes las cuales permiten clasificar el sueño en NO-MOR y MOR. A continuación, se describirán cada una de ellas:

Sueño No-MOR

El sueño no-MOR incluye las etapas de sueño ligero y las etapas de sueño profundo. A continuación, se describirán cada una de estas etapas:

Sueño ligero

Las etapas 1 y 2 se clasifican como etapas de sueño ligero.

En un registro de EEG, la etapa 1 del dormir tiene una duración de 7 minutos y se caracteriza por la presencia de ondas theta, es decir, ondas de 4 a 7 ciclos por segundo (cps); además, la respiración y la frecuencia cardíaca son más lentas que durante la vigilia. Es común que en la etapa 1, las personas reporten alucinaciones hipnagógicas, es decir ensoñaciones breves sin narrativa en las que sienten que se caen o flotan. En la etapa 1 también se observan movimientos oculares lentos y el umbral de despertamiento es bajo, por lo cual, durante este periodo las personas se despiertan fácilmente (Valdez, 2015, Williams et al., 1964)

Por otra parte, la etapa 2 del dormir en un registro EEG se identifica cuando aparecen brotes de alto voltaje, de 12-16 cps conocidos como husos del sueño y complejos K. En esta etapa, la respiración y frecuencia cardiaca se vuelven más lentas e irregulares, mientras que el umbral del despertamiento aumenta en comparación con la etapa 1. Normalmente, la etapa 2, representa alrededor de 50% de la duración total del dormir (Roth, 2004).

Sueño profundo.

Las etapas 3 y 4 se clasifican como sueño profundo. A continuación, se describirán sus características.

Se considera etapa 3 del dormir, cuando se observa que en el registro de EEG hay entre 20-50% de ondas delta, es decir, ondas de 4 cps. Por otro lado, se considera etapa 4 del dormir, cuando las ondas delta ya ocupan más del 50% del registro. Durante estas etapas del dormir, la respiración y frecuencia cardiaca son más lentas y regulares. En conjunto, la etapa 3 y 4 representan cerca del 20% del total del dormir y se ha planteado que son importantes para el descanso físico y cognitivo (Valdez, 2015).

Etapa de Movimientos Oculares Rápidos (MOR)

Por último, la etapa de movimientos oculares rápidos (MOR) se caracteriza por una desincronización de las ondas del EEG; la frecuencia cardiaca y la frecuencia respiratoria son irregulares. En la etapa de sueño MOR, es más difícil despertar a las personas, sin embargo, si se despiertan en esta etapa, la

mayoría de las personas reportan ensoñaciones. La duración de la etapa MOR va aumentando durante el transcurso de la noche (Hobson et al., 1998; Oswald et al., 1960).

Ciclo sueño-vigilia

Es importante mencionar que el sueño y la vigilia forman parte de un ciclo de 24 horas. De tal manera, que la cantidad de horas que dormimos tiene un efecto sobre cómo nos sentimos al día siguiente. Por otra parte, durante el dormir se consolida información que se procesa durante la vigilia. Además, durante el dormir ocurre la plasticidad neuronal, que se refiere a la capacidad del sistema nervioso para modificar su funcionamiento y estructura, en respuesta a la experiencia (Kryger et al., 2021; Llonca et al., 2017).

Teoría bifactorial de la regulación del sueño

Una de las propiedades más importantes del ciclo de sueño-vigilia, es la distribución de los periodos en los que dormimos (noche) y en los que estamos despiertos (día) (Valdez, 2015). La teoría bifactorial de Borbély (1982), explica que esta distribución se debe a dos factores: el homeostático y el circadiano.

Factor homeostático

Desde el factor homeostático, las personas duermen durante la noche como una necesidad para descansar después de llevar a cabo las diferentes actividades físicas y cognitivas durante el día. Esto indica que, después de que las personas permanecen varias horas despiertas durante la mañana y la tarde, se sentirán

más somnolientas y cansadas y tendrán una mayor presión para dormir. Esta presión se refleja en las actividades que realizan, por ejemplo, el tiempo de reacción se vuelve más lento a medida que transcurre el día y aumentan los errores en las actividades que involucran a los procesos cognitivos como la atención, la memoria o las funciones ejecutivas (Borbély, 1982; Carskadon y Dement, 1981).

Factor circadiano

Por otro lado, desde el factor circadiano, el sueño y la vigilia conforman un ciclo de 24 horas. De acuerdo con esta teoría, las personas siempre duermen durante la noche y se mantienen despiertas durante el día (Borbély, 1982).

Para comprender con mayor claridad el factor circadiano, es importante conocer varios aspectos relevantes de los ritmos biológicos. Los ritmos biológicos son variaciones fisiológicas cíclicas que han permitido a los seres vivos adaptarse a los cambios del medio ambiente, por ejemplo, al ciclo de luz y oscuridad. Los ritmos biológicos se modulan por sincronizadores externos o *Zeitgebers*, el principal sincronizador de los ritmos biológicos es el ciclo de iluminación. Existen otros sincronizadores sociales, tales como los horarios de trabajo o de clases, que también pueden modificar a qué hora nos levantamos o nos dormimos (Arendt y Broadway, 1987; Mistlberger y Skene, 2004).

Además de los sincronizadores ambientales, los ritmos biológicos se modulan por la actividad de estructuras del sistema nervioso tales como el núcleo supraquiasmático y la glándula pineal. El núcleo supraquiasmático se encuentra

ubicado en el hipotálamo. Se ha demostrado que cuando el núcleo supraquiasmático se lesiona, los ritmos circadianos de la actividad motora y la ingesta de agua se eliminan. Por lo que se considera que el núcleo supraquiasmático es el sincronizador central de los ritmos biológicos (Gillette y Tischkau, 1999; Herbert, 1994). Sin embargo, los ritmos circadianos también se afectan por la participación de algunas hormonas como la melatonina. La melatonina es una hormona que se sintetiza y libera en condiciones de oscuridad, por ejemplo, durante la noche, cuando las personas duermen. Además, la secreción de melatonina disminuye con la exposición a la luz, por ejemplo, durante el día cuando amanece y las personas realizan la mayor parte de sus actividades (Lewy et al., 1981). Por lo que esta hormona también se considera crucial para la regulación del ciclo sueño-vigilia y otros ritmos biológicos (Arendt y Broadway, 1987; Malpoux et al., 2001).

El factor circadiano, explica que existen horas específicas durante la noche, entre la 01:00-06:00 horas, en las que además de aumentar la liberación de la melatonina, disminuye la temperatura corporal y hay menor aparición de ondas de alto voltaje, esto está relacionado con un aumento en la somnolencia y en el cansancio, una mayor tendencia para dormir y se tiene una mayor dificultad para realizar actividades relacionadas con procesos cognitivos como la atención, la memoria y las funciones ejecutivas (Aeschbach et al., 1999; Valdez, 2019)

Actualmente se considera que el factor homeostático y circadiano se complementan y explican el ciclo sueño-vigilia.

Diferencias individuales del ciclo sueño-vigilia

Entre las personas existen diferencias individuales en el ciclo sueño-vigilia, de esta forma hay diferencias en la preferencia del horario de dormir y de despertar, en la flexibilidad con la que se ajusta el dormir a los diferentes cambios de horario y en la cantidad de horas de sueño que se necesitan por día (Valdez, 2015). A continuación, se describirán estos aspectos:

La preferencia por un horario para dormir y despertar se conoce como cronotipo. Existen personas con un cronotipo madrugador, es decir que prefieren trabajar, estudiar, hacer ejercicio, dormir y despertar temprano. Otras personas tienen un cronotipo trasnochador, por lo que prefieren realizar sus actividades más tarde. La mayor parte de las personas tienen un cronotipo intermedio, mientras que solo una pequeña parte de las personas son extremadamente madrugadoras o trasnochadoras (Horne y Östberg, 1976; Roenneberg, 2012).

Por otra parte, la flexibilidad del ciclo sueño-vigilia se refiere a la facilidad que tienen las personas para adaptarse a los cambios en el ciclo de luz y oscuridad, por ejemplo, al horario de verano (Ramírez et al., 1994), a los viajes a través de los meridianos (Lee y Galvez, 2012), a los cambios de horario de las actividades sociales entre semana y fin de semana o a horarios rotativos de trabajo (Fischer et al., 1997; Valdez et al., 1996).

Por último, con respecto a la duración del dormir, la mayoría de los adultos reportan que necesitan entre siete y ocho horas de sueño al día para sentirse descansados (Steptoe et al., 2006). Sin embargo, cada persona tiene una

necesidad del dormir diferente. Por un lado, existen personas que se sienten satisfechas tras dormir menos de seis horas, y se conocen como personas de dormir corto, pero también existen personas que requieren más de ocho horas para sentirse descansadas, y se conocen como personas de dormir largo (Hartmann, 1973).

En resumen, el cronotipo, la flexibilidad y duración del dormir de las personas, repercuten en como los seres humanos duermen y por lo tanto en como desempeñan todas sus actividades durante la vigilia.

Rendimiento durante el día

El desempeño de las personas presenta variaciones a lo largo del día. Para conocer los niveles de ejecución a lo largo del día, se han aplicado pruebas que evalúan los procesos cognitivos básicos como la atención, la memoria y las funciones ejecutivas. Así mismo, se han utilizado diferentes estrategias donde se modifica la duración del dormir y se observan variaciones homeostáticas y circadianas en los procesos cognitivos (Atkinson y Reilly, 1996; Gallegos et al., 2019; García et al., 2010; Ramírez et al., 2012; Valdez et al., 2012; Valdez Ramírez et al., 2009).

A continuación, se describirán las estrategias y los resultados más relevantes al aplicar estas estrategias.

Privación del dormir

La privación del dormir consiste en disminuir el número de horas totales que una

persona necesita dormir para sentirse descansada y para realizar de forma óptima sus actividades al día siguiente. Esta privación puede ser total, si se eliminan por completo el dormir o parcial si solamente se reduce algunas horas (Reynolds y Banks, 2010). Con la reducción o privación total del dormir se observa que las personas disminuyen de forma significativa el nivel de alerta, la atención, la memoria y las funciones ejecutivas. Además, con la privación del dormir, se ha encontrado que aumenta la somnolencia y el cansancio (Alhola y Polo-Kantola, 2007; Blagrove et al., 1995; del Ángel et al., 2015; García et al., 2021; Krueger, 1989).

Por otra parte, existen varias circunstancias sociales en las que las personas tienen oportunidad de dormir más y extienden su dormir. Estas condiciones se han estudiado menos, sin embargo, es importante conocer si también repercuten en la calidad del dormir y en el rendimiento de las personas. A continuación, se describirán los hallazgos sobre la extensión del dormir.

Extensión del dormir

Durante los fines de semana, días libres o vacaciones la mayoría de las personas no tienen que cumplir con un horario de escuela o trabajo, por lo que pueden aumentar la duración del dormir en comparación con lo que duermen entre semana, algunas personas aumentan hasta 2 horas, de esta forma una persona que duerme 8 horas puede dormir hasta 10 horas en los días libres. Esta condición de extender el dormir, ha sido menos estudiada que la privación total o parcial del dormir.

Los estudios sobre extensión del dormir han encontrado principalmente cambios en los parámetros del dormir, como es el aumento en la latencia de sueño de hasta 47 minutos (Dewald-Kaufmann et al., 2013; Taub et al., 1971). También, al extender el dormir se han encontrado diferencias en la arquitectura del sueño, por ejemplo, la etapa 2 del sueño aumenta en promedio una hora en comparación a cuando se duerme 8 horas (Taub et al., 1971). Verdone (1968), encontró que cuando las personas duermen 10 horas, la etapa MOR del sueño aumenta y representa el 26%, mientras que cuando duermen 8 horas disminuye y representa el 17% y el 24%. Además, al dormir 10 horas algunas personas tuvieron hasta 6 ciclos de sueño REM (Williams et al., 1964).

Así mismo, se ha observado que al extender el dormir afecta los procesos cognitivos.

Taub y Berger (1969), llevaron a cabo uno de los primeros estudios sobre la extensión del dormir. Los autores compararon la eficiencia para responder una tarea de vigilancia y de cálculo, cuando los participantes durmieron 8 y 10 horas. Este estudio encontró que cuando las personas duermen 10 horas los participantes cometieron más errores al diferenciar 2 sonidos de distinta duración y disminuyó la cantidad de sumas que realizaron en comparación a cuando durmieron 8 horas.

En otro estudio, Taub y Berger, (1973) compararon el rendimiento de las personas en las condiciones de: privación total, extensión del dormir, adelanto y retraso del inicio del dormir. Se encontró que al evaluar a los participantes a las

17:30 h al día siguiente de extender el dormir, los participantes aumentaron en todas las condiciones la cantidad de omisiones y el tiempo de reacción en la tarea de vigilancia, en comparación con la noche de sueño control. Así mismo, en la condición de extensión del dormir aumentó la cantidad de errores en la prueba de cálculo en comparación con la noche control (Taub y Berger, 1969, 1973)

Sin embargo, no todos los estudios sobre extensión del dormir han encontrado una disminución en el rendimiento de las personas.

Uno de estos estudios es el de Mah y colaboradores (2011), los autores analizaron el efecto de extender el dormir 2 horas a lo largo de 5 semanas sobre el rendimiento físico de los estudiantes universitarios de básquetbol. Se encontró que los estudiantes que extendieron su dormir aumentaron la velocidad al correr, reportaron un mayor bienestar físico, una menor sensación de fatiga y estrés que cuando sólo durmieron 8 horas (Mah et al., 2011)

Por otra parte, Kamdar y colaboradores (2004) evaluaron a jóvenes adultos cuando durmieron 8 horas y cuando extendieron su dormir por más de 10 horas a lo largo de dos semanas. En este estudio se encontró que cuando las personas dormían entre 6 y 8 horas, el tiempo de reacción era de 265 ms, mientras que cuando dormían más de 10 horas, el tiempo de reacción fue de 227 ms, además reportaron una menor sensación de fatiga. Sin embargo, cuando los participantes se durmieron 10 horas, su latencia del sueño, es decir, el tiempo que tardaron en dormir, aumentó 8.5 minutos en comparación con los

días que durmieron 8 horas.

En resumen, la mayoría de los estudios de extensión del dormir evalúan a los participantes sólo una vez al día siguiente de extender el dormir, lo cual no permite conocer si los efectos de la extensión del dormir se mantienen a lo largo del día siguiente de la extensión del dormir.

El estudio de Arnal y colaboradores (2015) podría ser una excepción, ya que llevaron a cabo 2 aplicaciones al día siguiente, sin embargo, en ese estudio los participantes extendieron el dormir después de una noche de privación. Por lo que, el estudio de Arnal et al. (2015) explica más una recuperación del dormir que una extensión del dormir. Además, en ese estudio no se controlaron los sincronizadores externos, que podían interferir con los efectos de la extensión del dormir, por ejemplo, los participantes conocían la hora del día, e interactuaban con hasta dos registradores al mismo tiempo.

La falta de control de estos sincronizadores externos podría explicar los resultados contradictorios que se observan en los estudios de extensión del dormir, por lo que es importante estudiar las variaciones homeostáticas y circadianas controlando el efecto de los sincronizadores externos, así mismo, es importante, llevar a cabo varias aplicaciones después de extender el dormir, de esta forma se podría tener un mejor seguimiento del rendimiento que tienen los participantes y sobre si esta mejora se mantiene a lo largo del día posterior a extender el dormir.

El protocolo de rutina constante permite estudiar las variaciones homeostáticas y

circadianas al mantener constantes los sincronizadores externos. En este protocolo el participante permanece en un cubículo de registro, donde se mantienen constantes las condiciones ambientales de luz y temperatura, también se mantienen constantes la ingesta de alimentos, la actividad física y la interacción social, por lo que se puede analizar con mayor precisión las variaciones homeostáticas y circadianas de los procesos cognitivos sin la presencia de los sincronizadores externos que los enmascaran (Duffy y Dijk, 2002; Minors y Waterhouse, 1984).

Uno de los procesos cognitivos fundamentales para que las personas lleven a cabo sus actividades al día siguiente es la atención. A continuación, se definirá la atención y se explicará la perspectiva desde la cual se estudiará en esta tesis.

Atención

La atención es un proceso cognitivo fundamental para responder a una conversación, prestar atención en clases, cruzar las calles, trabajar, manipular maquinaria. La atención se ha definido a través de modelos teóricos como un proceso unitario o separándola por componentes.

La atención como un proceso unitario

Uno de los primeros autores que definió la atención como un proceso unitario fue William James (1890). James definió la atención como la capacidad de la mente de tomar posesión de los objetos de forma clara y vívida. En esta definición James describió la atención como un solo componente con dos formas

de procesamiento, una activa, cuando las personas se dirigen hacia una meta u objetivo y una pasiva cuando algún estímulo del exterior es tan fuerte o significativo que las personas se dirigen a él.

Por otra parte, en 1957, Broadbent definió la atención como un filtro. De acuerdo con Broadbent, la atención es una capacidad limitada de procesamiento, de tal forma, que si dos o más estímulos entran al almacén sensorial, solamente el estímulo más relevante se procesará y la personas emitirá una respuesta a ese estímulo relevante. Mientras tanto los estímulos irrelevantes se perderán y no se procesarán. Esta conclusión se obtuvo a partir de los estudios de escucha dicótica. En estos estudios se observó que cuando a los participantes se les presentan dos oraciones, una oración diferente en cada uno de sus oídos, sólo pueden recordar una de las dos (Broadbent, 1957; Cherry, 1953).

Estudio de la atención a través de componentes

El estudiar la atención como un proceso unitario no permite estudiar aspectos específicos de este proceso, por ejemplo, diferenciar que sucede cuando las personas deben responder de a estímulos de forma espontánea, cuando deben responder de forma específica o cuando deben mantener sus respuestas durante tiempos prolongados. Con la finalidad de estudiar estos diferentes aspectos del proceso de atención se ha propuesto analizar la atención a través de sus componentes (Valdez, 2015; Valdez et al. 2005).

Existen diferentes modelos de la atención, sin embargo, para este estudio se utilizará un modelo neuropsicológico de la atención, por lo que se puede estudiar

la atención como una función cerebral y relacionar cada uno de sus cuatro componentes con estructuras cerebrales (Cohen, 1993; Posner y Rafal, 1987, Valdez, 2005).

Este modelo propone dos tipos de alerta, las cuáles se relacionan con el tono cortical y el sistema reticular activador (Posner y Rafal, 1987). La primera de ellas es la alerta tónica y se define como la capacidad para responder a todos los estímulos que recibimos en nuestro entorno. La mayoría de los estudios que evalúan alerta toman en cuenta como indicador sólo el tiempo de reacción que tienen las personas para dar una respuesta ante algún sonido o imagen, sin considerar otros indicadores más importantes como la cantidad o el porcentaje de respuestas correctas.

Por otro lado, la alerta fásica es la capacidad de responder a un estímulo en cualquiera de sus modalidades, después de que se presenta una señal de aviso. Bertelson (1967) encontró que cuando se presenta un sonido antes de que aparezca un estímulo visual las personas responden a este estímulo en promedio a 240 ms, mientras que cuando se presenta sin el sonido tardan más, hasta 300 ms.

Además de los dos tipos de alerta, este modelo propone otras 2 formas de atención, la selectiva y la sostenida las cuales tienen mayor relación con la corteza frontal (Posner y Rafal, 1987).

La atención selectiva, es la capacidad para dar una respuesta específica a un sólo estímulo. En algunos estudios que evalúan la atención selectiva se

presentan diferentes estímulos y el participante tiene una opción de respuesta para cada uno de estos estímulos. Un ejemplo de atención selectiva puede ser cuando nos encontramos en un lugar con diferentes sonidos y entre todos los sonidos, nosotros debemos enfocarnos solamente en uno para responder de manera eficiente, por ejemplo, hacia la voz de la persona con la que estamos teniendo una conversación (Treisman, 1964).

Por último, el cuarto componente es la atención sostenida o vigilancia. Se define como la capacidad para mantener respuestas eficientes por periodos prolongados. Cuando se lleva a cabo alguna actividad por periodos largos de tiempo, la capacidad para responder de manera eficiente disminuirá mientras más tiempo se permanezca en la actividad, además el tiempo de reacción puede aumentar (Mackworth, 1964; Valdez et al., 2010).

Los componentes de la atención no pueden medirse de manera directa, por lo que se utilizan diferentes estrategias para poder evaluarlos, una de estas estrategias es la aplicación de pruebas que evalúan la capacidad de responder a diferentes estímulos tomando como indicadores el tiempo de reacción, respuestas correctas, omisiones, errores, secuencias de aciertos, entre otros (Valdez, 2015).

Valdez y colaboradores (2005) aplicaron una tarea de ejecución continua a participantes que durmieron entre 7 y 8 horas y encontraron variaciones homeostáticas en todos los componentes de la atención (alerta tónica, alerta fásica, atención selectiva y atención sostenida). Los autores encontraron que la

eficiencia de los participantes disminuyó a medida que aumentaron las horas de vigilia. Así mismo, se observaron variaciones circadianas pues la mayor cantidad de errores y el tiempo de reacción más largo se presenta entre las 04:00-08:00 h, estos resultados concuerdan con la hora en que la temperatura corporal se encuentra en su punto más bajo (Valdez et al., 2005; Valdez Ramírez et al., 2009). Sin embargo, no se conoce cómo son estas variaciones homeostáticas y circadianas en los componentes de la atención, cuando las personas extienden su dormir por más de 10 horas.

Por tal motivo, esta tesis pretende analizar si con la extensión del dormir los componentes de la atención: alerta tónica, alerta fásica, atención selectiva y atención sostenida presentan variaciones homeostáticas y circadianas.

III. MÉTODO

Diseño

Esta investigación se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo y un diseño longitudinal.

Participantes

Participaron 26 estudiantes universitarios (15 hombres y 11 mujeres) con una edad promedio de 18.58 ± 1.60 años. Los participantes se dividieron en dos grupos: el grupo control y el grupo de extensión del dormir. El grupo control lo conformaron 18 participantes (11 hombres, 7 mujeres), con una edad promedio de 18.06 ± 1.19 años. Después se registró a el grupo de extensión del dormir, en el que se registró a 8 participantes (4 hombres, 4 mujeres), con una edad promedio de 19.75 ± 1.91 años.

Los participantes respondieron diarios del dormir durante al menos una semana antes de su registro para verificar que ninguno de los participantes dormía más de 8 horas o menos de 6 horas por noche. Ninguno de los participantes reportó ni trastornos en el dormir, ni antecedentes de daño cerebral o del desarrollo.

Además, ninguno de los participantes tenía un cronotipo definitivamente madrugador o definitivamente trasnochador.

Los participantes no consumieron sustancias que afectaran el funcionamiento del sistema nervioso, tales como: café, bebidas alcohólicas, energizantes, medicamentos u otras drogas antes ni durante su registro. De esta manera, la ejecución de los participantes no se afectó por estos factores.

Todos los participantes firmaron una carta de consentimiento informado, donde confirmaron que su participación en la investigación fue voluntaria. El protocolo de investigación se diseñó de acuerdo con los principios para la investigación en humanos de la declaración de Helsinki.

Instrumentos

Cuestionarios:

1. Carta de consentimiento informado. En esta carta, se describen los objetivos y características principales del estudio. Los participantes deben firmar la carta para indicar que su participación es voluntaria (Anexo 1).
2. Carta de autorización para padres. Los padres de familia o tutores de los participantes menores de edad deben firmar esta carta para autorizar la participación de sus hijos (Anexo 2).
3. Cuestionario de datos generales. A través de este cuestionario se conoce información personal del participante como es el sexo, edad, escolaridad y horario de clases. Además, este cuestionario permite conocer aspectos de salud relevantes tales como: dificultades al nacer, accidentes graves, trastorno del desarrollo o consumo de medicamentos que afectan al sistema nervioso central. En el caso de las mujeres, se les pide información sobre su ciclo menstrual (Anexo 3).
4. Autoevaluación de la fase circadiana: Este cuestionario incluye preguntas sobre la preferencia del participante para realizar actividades como: dormir, despertar, realizar ejercicio o actividades académicas. Este cuestionario se utiliza para identificar el cronotipo de los participantes como: definitivamente

madrugador, madrugador, intermedio, traspasador o definitivamente traspasador (Horne y Östberg, 1976, traducción de Téllez y Valdez, 1998). En este estudio se utilizó para descartar a quienes tuvieran puntajes mayores a 69 (definitivamente madrugador) o menor a 31 (definitivamente traspasador) (Anexo 4).

5. Cuestionario de Trastornos del dormir. Este es un cuestionario que permite detectar los síntomas de algunos trastornos del dormir, tales como: insomnio inicial, pesadillas, sonambulismo o despertamientos durante la noche. Este cuestionario se utilizó para excluir a los participantes que tenían despertamientos durante la noche o insomnio inicial (Anexo 5).
6. Cuestionario de hábitos de sueño. Este cuestionario permite conocer la hora de dormir y la hora de despertar de las personas en días libres y en fines de semana (Valdez 2015) (Anexo 6).
7. Escala de somnolencia de Epworth. Este instrumento es una escala tipo Likert, que evalúa la probabilidad de quedarse dormido mientras se realizan diferentes actividades cotidianas (Johns, 1991). El participante indica el grado de somnolencia para cada una de estas actividades como nula, poca, moderada o alta somnolencia. En este estudio, los participantes que obtuvieron un puntaje mayor a 9 puntos se descartaron, ya que el nivel de somnolencia puede afectar el rendimiento en las tareas (Anexo 7).
8. Diario del dormir. Esta es una encuesta que los participantes responden una vez cada día al despertar, e incluye preguntas sobre algunos parámetros del ciclo sueño-vigilia, por ejemplo, la hora de dormir, la hora de despertar, la

- latencia y calidad del sueño. En este estudio los participantes respondieron esta encuesta diariamente durante una semana antes de su registro, a través de un formulario (*Google Forms*). El registro de diario del dormir se utilizó para verificar que los participantes cumplieran con los horarios del dormir asignados de acuerdo con el grupo que fueron asignados, grupo control o grupo de extensión del dormir (Valdez et al., 2005) (Anexo 8).
9. Diario de alimentación. En este cuestionario los participantes reportan con la mayor precisión posible el consumo de alimentos en el desayuno, comida, cena y entre comidas. Los participantes deben describir el tamaño de la porción, los ingredientes utilizados y de ser posible la marca comercial de los productos que consumieron. La información de este cuestionario permite calcular las porciones de alimento para el registro de rutina constante. Primero se calculó el promedio de la cantidad de calorías reportadas en días de entre semana y en fin de semana, posteriormente se obtuvo el 60% de ese promedio y se dividió entre las 29 horas del registro (Anexo 9).
10. Escala visual analógica de somnolencia y cansancio. Estas escalas consisten en dos líneas horizontales de 10 cm, en la primera los participantes marcan con una línea vertical qué tan somnolientos se sienten y en la segunda línea qué tan cansados están. En estas escalas el extremo izquierdo representa la sensación más baja y el extremo derecho la sensación más alta. Para este estudio los participantes respondieron estas escalas antes y después de cada aplicación de la tarea de ejecución continua (Cluydts et al., 2002; Curcio et al., 2001) (Anexo 10).

Tarea de ejecución continua

Esta tarea es una versión computarizada y evalúa los 4 componentes de la atención. En esta prueba el fondo de la pantalla es de color blanco y en el centro de esta pantalla se presentaron uno a uno y de manera aleatoria números del 0-9 en color negro con fuente Arial en tamaño de 60 puntos. Cuando aparecía cualquier número del 0-8 el participante debía presionar la tecla número "1" del teclado numérico con su dedo índice, esto representó un 70% de los estímulos de la tarea y fue considerado como el indicador de alerta tónica. Cuando aparecía el número 9 el participante debía presionar la tecla número "2" del teclado numérico con su dedo medio, esto representó un 20% de los estímulos de la tarea y era el indicador de atención selectiva. Solamente cuando el número 4 apareció después del 9 debía presionar la tecla "3" del teclado numérico con el dedo anular, esto representó un 10% de los estímulos de la tarea y fue el indicador de alerta fásica. Por último, el desempeño de los participantes a lo largo de la tarea se consideró como el indicador de atención sostenida. En total, durante esta prueba se presentaron 540 números distribuidos en 27 bloques de 20 estímulos cada uno. De acuerdo con la configuración de la prueba la proporción de estímulos fue constante en cada aplicación, pero el orden de aparición de los números fue aleatorio en cada aplicación y nunca se presentó el mismo número 2 veces seguidas. La duración aproximada de la tarea era de 11 min y 42 segundos (García et al., 2021; Valdez, 2019b; Valdez et al., 2005) (Figura 1).

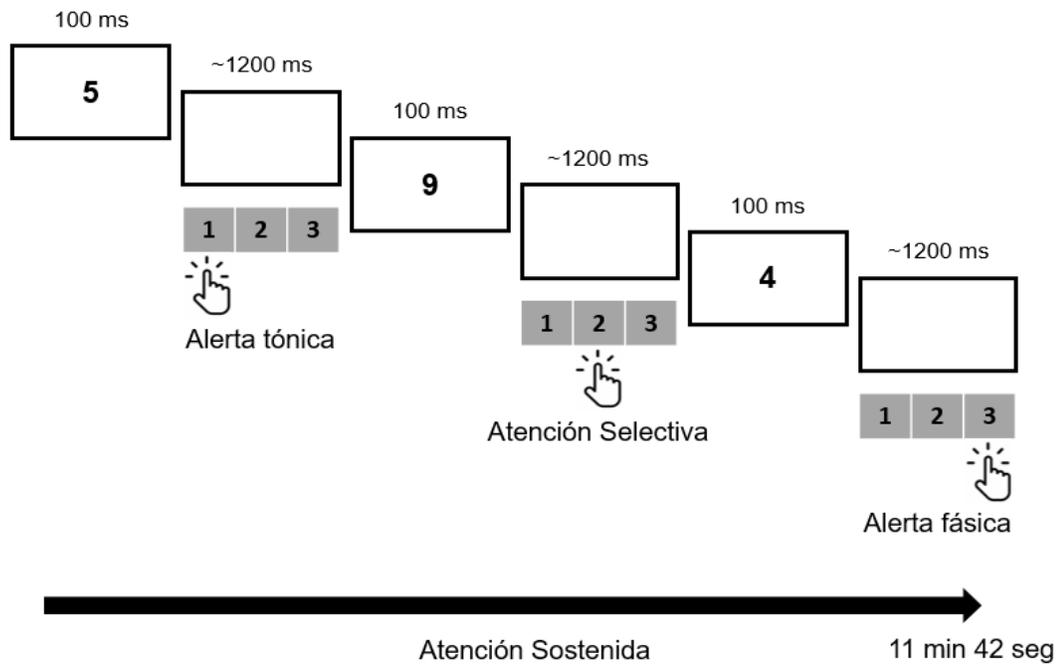


Figura 1. Tarea de ejecución continua. Esta tarea evalúa los 4 componentes de la atención con la respuesta de los participantes ante los números que se presentan en la pantalla, los participantes deben presionar 1 cuando aparece un número de 0-8, 2 cuando aparece un 9 y 3 cuando aparece un 4 después del 9.

Aparatos

1. Actígrafo: Este dispositivo registra la actividad motora de los participantes. Lo que permite identificar los momentos del día en los que quien lo porta están despiertos y dormidos. En esta investigación se utilizó para verificar que los participantes cumplieran con el horario del dormir que se les asignó en las diferentes etapas del protocolo (Monk et al., 1999; Smith et al., 2018) (Figura 2).

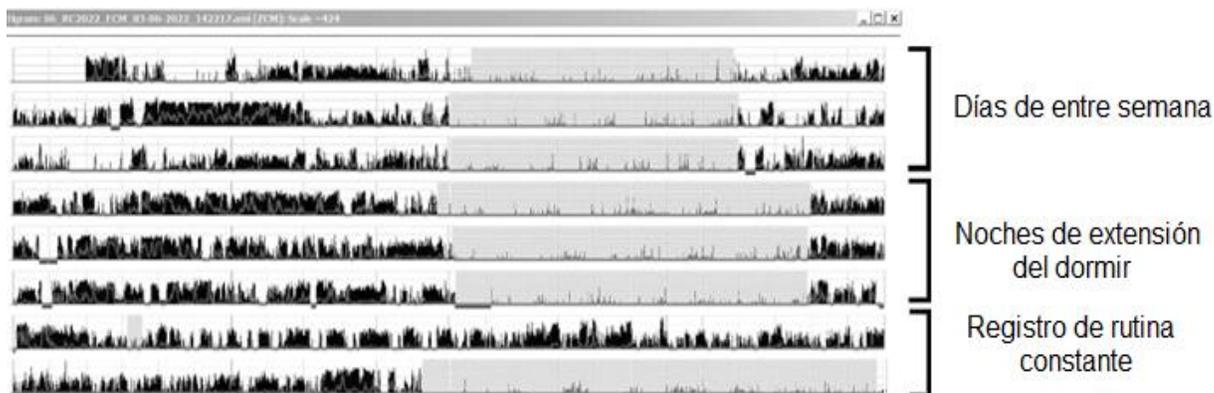


Figura 2. Registro actigráfico de un participante del grupo de extensión del dormir. Cada línea horizontal representa 24 h de registro. Las espigas negras representan la actividad motora del participante. Las barras en color gris claro señalan los periodos de sueño. Las primeras 3 líneas corresponden a los días de entre semana (8 h de sueño) y las siguientes 3 corresponden a la condición de extensión (10 h de sueño). En la séptima línea no se observan periodos de sueño ya que corresponde con la noche de privación del dormir por el registro de rutina constante.

2. Registrador de datos Squirrel (*Grant Instruments, Modelo SQ-2020 Series*):
 Este dispositivo graba los datos de la temperatura rectal de los participantes registrados a través de la una sonda rectal (*Level 1, modelo 400*). Se utilizó una sonda desechable, esterilizada, fabricada con PVC y de 3 mm de diámetro, lo que permitió asegurar que el registro de la temperatura interna fuera más preciso. Este equipo se utilizó para la fase de rutina constante y se programó el registrador para promediar cada minuto la temperatura corporal.
3. Termómetro ambiental: este termómetro de mercurio registra la temperatura ambiental. En este protocolo se utilizó para asegurar que la temperatura de los cubículos de registro se mantuviera constante en los 24°C.

Área de registro

Se utilizaron 2 cubículos para el registro, los cuales durante todo el registro permanecieron aislados del ruido, iluminación y temperatura exterior. Sus dimensiones son de 3 x 3.3 m y un baño de 3 x 1.3 m y mantuvieron una temperatura de $24 \pm 1^\circ$ en todas las fases del estudio. En cada cubículo se encontraba un escritorio con un brazo mecánico que sostenía el monitor, el cuál permaneció a una distancia de 60 cm del participante. En este monitor se presentaron los estímulos de la tarea de ejecución continua. Durante los entrenamientos de la fase de sincronización la iluminación fue de aproximadamente 500 lux y el participante permanecía sentado frente al monitor. Durante la fase de rutina constante la iluminación fue de menos de 5 lux y los participantes permanecieron recostados en el sofá con una inclinación de 30° aproximadamente. El registrador permaneció ubicado en la esquina del cubículo fuera del campo visual del participante.

Procedimiento

Invitación y selección de participantes

Se invitó a los alumnos de la Facultad de Psicología a participar en el estudio. Se acudió a sus salones y se les dio una breve plática sobre las características generales del registro. Aquellos alumnos que estuvieron interesados en participar en el estudio se les citó en el Laboratorio de Psicofisiología o a través una videollamada para una segunda plática, en la que se les brindó con precisión los detalles del protocolo y se respondieron dudas. Quienes aceptaron

participar, firmaron la carta de consentimiento informado y respondieron los cuestionarios de datos generales, la autoevaluación de la fase circadiana, el cuestionario de hábitos de dormir, el de trastornos del sueño, y la escala de somnolencia de Epworth. Después se les asignó una fecha de registro y a partir de ese día comenzaron a contestar el diario del dormir.

Antes del registro de rutina constante

Antes del registro se agendó una sesión de entrenamiento entre las 14:00 h y las 18:00 h a cada uno de los participantes, en esa sesión se les aplicó 4 veces la tarea de ejecución continua con intervalos de descanso de 15 minutos entre cada aplicación y al terminar esta sesión se les entregó un actígrafo el cuál portaron desde ese día hasta una noche después de finalizar el registro de rutina constante.

A los participantes del grupo control se les dio la instrucción de que en las tres noches antes del registro de rutina constante debían dormir 8 h, en el horario habitual de entre semana (~24:00-08:00 h) durante tres días. Los participantes del grupo de extensión del dormir debían hacer lo mismo y después, durante las tres noches siguientes debían dormir 10 h (~24:00-10:00 h). Posteriormente ambos grupos iniciaron el protocolo de rutina constante (Figura 3).

En ambos grupos, un colaborador del Laboratorio de Psicofisiología estuvo en contacto con los participantes diariamente a través de llamadas telefónicas o mensajes para verificar que respondiera los diarios del dormir cada mañana, los diarios de alimentación y que cumplieran con los horarios del dormir asignados.

Registro de rutina constante

Esta es la última fase del estudio. En esta fase, los participantes del grupo control llegaron al laboratorio a las 10:00 h, mientras que los participantes del grupo de extensión del dormir llegaron al Laboratorio a las 14:00 h.

Posteriormente se les asignó un cubículo y se prepararon para su registro. El cubículo que se les asignó a su llegada fue el mismo donde permanecieron durante 29 h continuas en estado de vigilia, con una iluminación menor a 5 lux y temperatura ambiental de $24\pm 1^\circ$ C. En el grupo control el registro de rutina constante fue de las 12:00-16:00 h, mientras que en el grupo de extensión del dormir de las 16:00-21:00 h.

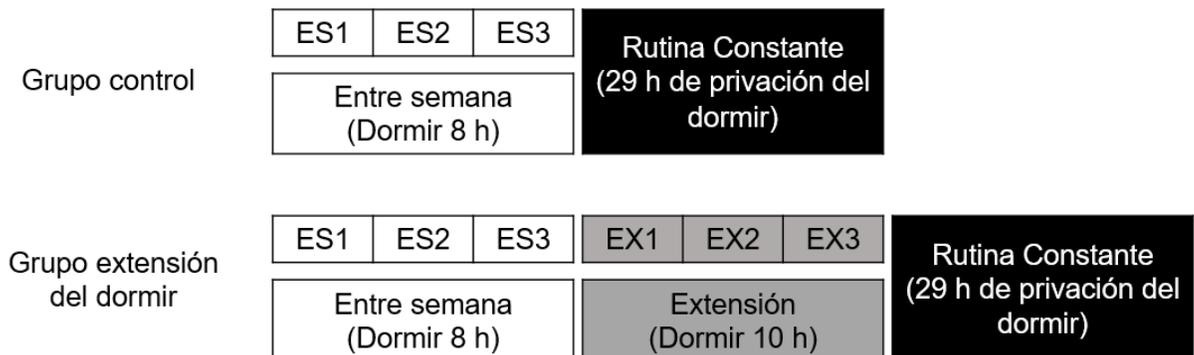


Figura 3. Fases del registro para cada uno de los grupos. Nota. ES=Entre semana. EX=Extensión. Se registraron tres noches de la condición de entre semana y de extensión del dormir.

Durante las 29 horas se registró la temperatura corporal de los participantes, y cada hora respondieron las escalas de somnolencia y cansancio, además respondieron la tarea de ejecución continua. Una vez terminada la tarea los participantes recibieron una porción de alimento, alternando entre una porción

de galleta con jugo o una porción de galleta con un suplemento alimenticio.

Durante todo momento hubo un registrador acompañando al participante. Los registradores evitaron hacer comentarios o dar alguna señal que indicara la hora del día. En el tiempo libre entre una aplicación y la siguiente, el participante no podía realizar actividades que pudieran estimularlo o modificar su somnolencia como realizar actividad física, escuchar música, leer, o ver material digital como videos o películas. El protocolo del registro se puede observar en la figura 4.

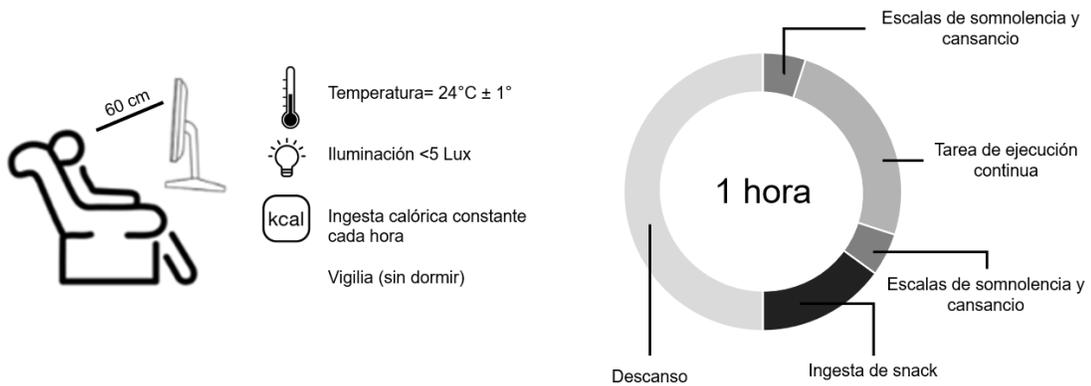


Figura 4. Protocolo de rutina constante. De lado izquierdo se representa la posición del participante y las condiciones durante todo el registro. De lado derecho se representa la secuencia de cada hora de registro.

Análisis de datos

Se obtuvo el promedio de la duración del dormir en días de entre semana y fines de semana de cada grupo. Posteriormente por medio de una prueba *t de Student* se realizó una comparación entre grupos de la duración del dormir, de los días de entre semana y de fin de semana. En el grupo de extensión, se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) de medidas repetidas para verificar que

en las tres noches de extensión del dormir los participantes durmieron más que las noches de entre semana.

Por otra parte, del registro de la temperatura rectal por minuto de cada participante se calculó la mediana por hora. Después se suavizaron estos datos aplicando medias móviles de tres valores y se realizó un análisis *Cosinor* con un periodo de 24 h para obtener la hora de la batifase para cada participante y por grupo. Finalmente se comparó la batifase de la temperatura del grupo control y de extensión con una *t de Student* para muestras independientes.

Para analizar los componentes de la atención, se tomaron como indicadores de la tarea de ejecución continua: el porcentaje de respuestas correctas de alerta tónica (respuestas a los números de 0-8), de alerta fásica (respuestas al 9) y de atención selectiva (respuestas al 4 después del 9). Para la atención sostenida se analizó la desviación estándar y la tendencia lineal del porcentaje de respuestas correctas, y la secuencia de aciertos y errores.

Para analizar las variaciones homeostáticas se utilizaron tres formas diferentes:

- En la primera, se obtuvo un promedio grupal por hora de la puntuación de la escala visual analógica de somnolencia, cansancio y de cada indicador de los componentes de la atención. Posteriormente, se suavizaron estos datos con medias móviles de tres puntos y se realizó un *ANOVA* de medidas repetidas para analizar las diferencias entre registros. Después se realizó un análisis *Post-hoc* de *Tukey* con factor de comparación entre grupos para comparar el puntaje de somnolencia, cansancio e

indicadores de los componentes de la atención de cada hora por grupo.

- En la segunda se obtuvo la *Regresión lineal de Pearson* de cada uno de los participantes para conocer si estas variables aumentaron con el transcurso de las horas que llevaban despiertos. Posteriormente se realizó una comparación entre grupos con una *prueba t de Student* de la *Regresión lineal* de la somnolencia, cansancio y de todos los indicadores de la atención. Por la cantidad de comparaciones que se realizó, se aplicó una corrección de *Bonferroni*, con la que se determinó que el valor significativo de p para este análisis sería menor de 0.007 (Napierala, 2012).
- En la tercera se obtuvo de cada participante el promedio de su puntaje de somnolencia, cansancio, y de todos los indicadores de los componentes de la atención por cada grupo durante todo el registro y se comparó con una *prueba t de Student* para muestras independientes para analizar si había diferencias en el promedio general de estas variables. Por la cantidad de comparaciones, se aplicó una corrección de *Bonferroni*, con la que se determinó que el valor significativo de p sería menor de 0.007 (Napierala, 2012).

Para analizar si se presentaron de variaciones circadianas se restó la tendencia lineal a los valores obtenidos con las medias móviles de somnolencia, cansancio e indicadores de la atención; posteriormente se realizó un análisis *Cosinor* con un periodo de 24 h para identificar la batifase de cada participante para cada variable. Por último, se comparó la batifase de estas variables con una *prueba t*

de Student para muestras independientes para analizar si había diferencias entre grupos.

IV. RESULTADOS

Datos generales

De acuerdo con el Cuestionario de autoevaluación de la fase circadiana, cuatro participantes del grupo control se clasificaron como moderadamente trasnochadores, el resto de los participantes se clasificó con un cronotipo intermedio (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

En el grupo de extensión dos participantes se clasificaron como intermedios, uno moderadamente madrugadores y el resto se clasificó con un cronotipo moderadamente trasnochador (Tabla 2).

Tabla 1. Datos generales del grupo control

Participante	Edad	Puntaje AFC	Cronotipo
PC1	20	52	Intermedio
PC2	17	53	Intermedio
PC3	17	55	Intermedio
PC4	17	42	Intermedio
PC5	19	38	Moderadamente trasnochador
PC6	18	50	Intermedio
PC7	17	44	Intermedio
PC8	18	55	Intermedio
PC9	19	34	Moderadamente trasnochador
PC10	17	52	Intermedio
PC11	18	42	Intermedio
PC12	17	57	Intermedio
PC13	18	43	Intermedio
PC14	20	53	Intermedio
PC15	20	39	Moderadamente trasnochador
PC16	17	36	Moderadamente trasnochador
PC17	19	47	Intermedio
PC18	17	47	Intermedio
Promedio	19.75	46.61	
DE	1.91	7.14	

Nota. DE= Desviación estándar, AFC= Autoevaluación de la fase circadiana.

Tabla 2. Datos generales del grupo de extensión del dormir

Participante	Edad	Puntaje AFC	Cronotipo
PE1	17	43	Intermedio
PE2	22	66	Moderadamente madrugador
PE3	18	41	Moderadamente trasnocador
PE4	21	41	Moderadamente trasnocador
PE5	20	36	Moderadamente trasnocador
PE6	22	35	Moderadamente trasnocador
PE7	18	33	Moderadamente trasnocador
PE8	20	46	Intermedio
Promedio	19.75	42.63	
DE	1.91	10.41	

Nota. DE= Desviación estándar, AFC= Autoevaluación de la fase circadiana

Duración del dormir

Los participantes del grupo control durmieron en promedio $1:12 \pm 1:38$ h más en los días de fin de semana que entre semana ($t=-3.08$, $p<0.01$). El promedio de la hora de dormir, de despertar y duración total del dormir del grupo control en días de entre semana y fin de semana se describen en la Tabla 3 y se observan en la figura 5 y 7.

Los participantes del grupo de extensión del dormir durmieron $2:42 \pm 1.06$ h más en la última noche de la condición de extensión del dormir de lo que duermen entre semana ($F=11.65$, $p<0.001$). Además, en la última noche de extensión durmieron $1:30 \pm 1:17$ h más de lo que duermen en fin de semana ($F=11.65$, $p<0.05$) (figura 7). El promedio de la hora de dormir, de despertar y duración total del dormir del grupo de extensión del dormir en días de entre semana, fin de semana y en las tres noches de extensión se describen en la Tabla 4 y se observan en la figura 6 y 7.

No se encontraron diferencias entre grupos al comparar su duración del dormir

entre semana, ni en los días de fin de semana.

Tabla 3. Promedio de la hora de dormir, despertar y duración del dormir del grupo control.

Parámetro	ES	FS	ES vs FS t*
Hora de dormir (h)	23:52 (00:56)	24:37 (01:11)	-3.21**
Hora de despertar (h)	07:36 (01:30)	09:33 (01:00)	-5.50***
Duración	07:44 (01:36)	08:56 (00:56)	-3.08**

Nota. Promedio (desviación estándar). ES= Entre semana. FS= Fin de semana
*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

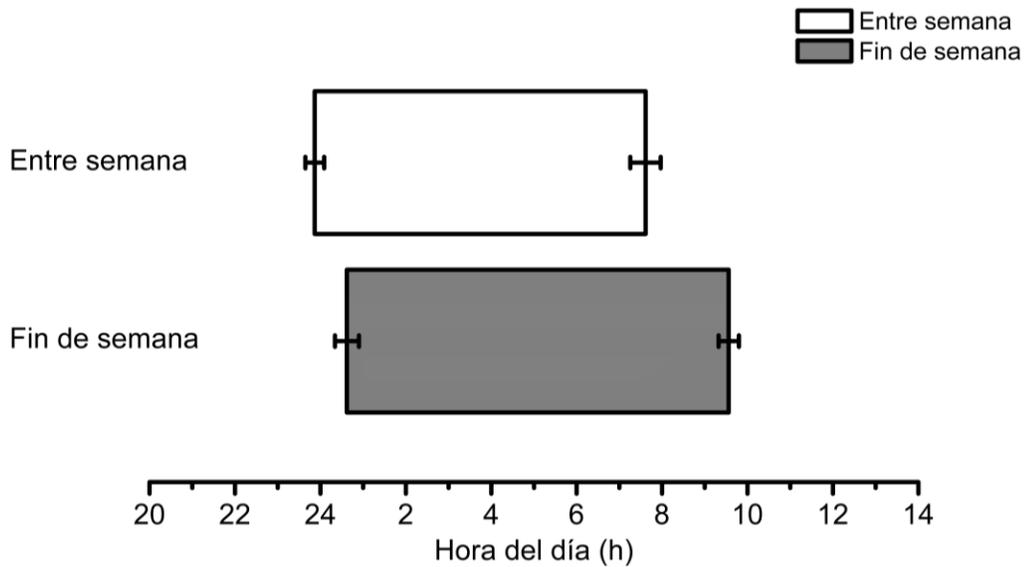


Figura 5. Ciclo sueño-vigilia de los participantes del grupo control en los días de entre semana y fin de semana.

Tabla 4. Promedio de la hora de dormir, despertar y duración del dormir del grupo de extensión del dormir

Parámetro	ES	FS	ES vs FS t*	E1	E2	E3	ES vs E3 t*
Hora de dormir (h)	24:11 (00:31)	01:56 (01:22)	-3.63**	22:58 (01:51)	23:30 (02:16)	23:19 (01:55)	1.16
Hora de despertar (h)	07:32 (00:56)	10:30 (00:55)	-6.76***	08:39 (01:43)	09:20 (01:51)	09:23 (01:41)	-3.43*
Duración	07:21 (00:54)	08:33 (01:22)	-2.62*	09:41 (00:59)	09:49 (00:51)	10:04 (00:32)	-6.88***

Nota. Promedio ± Desviación estándar. ES= Entre semana. FS= Fin de semana. E1= Primera noche de extensión. E2= Segunda noche de extensión. E3= Tercera noche de extensión. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

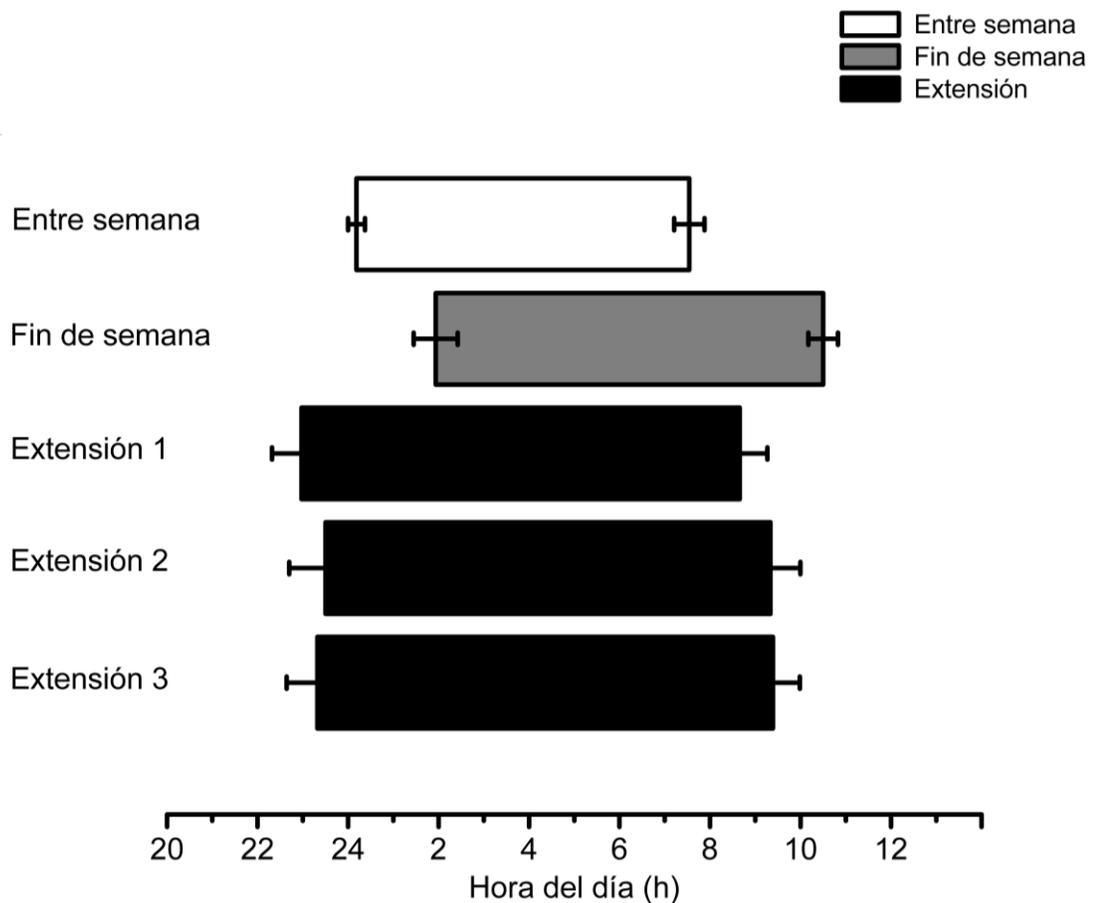


Figura 6. Ciclo sueño-vigilia del grupo de extensión del dormir en los días de entre semana, fin de semana y las tres noches de extensión.

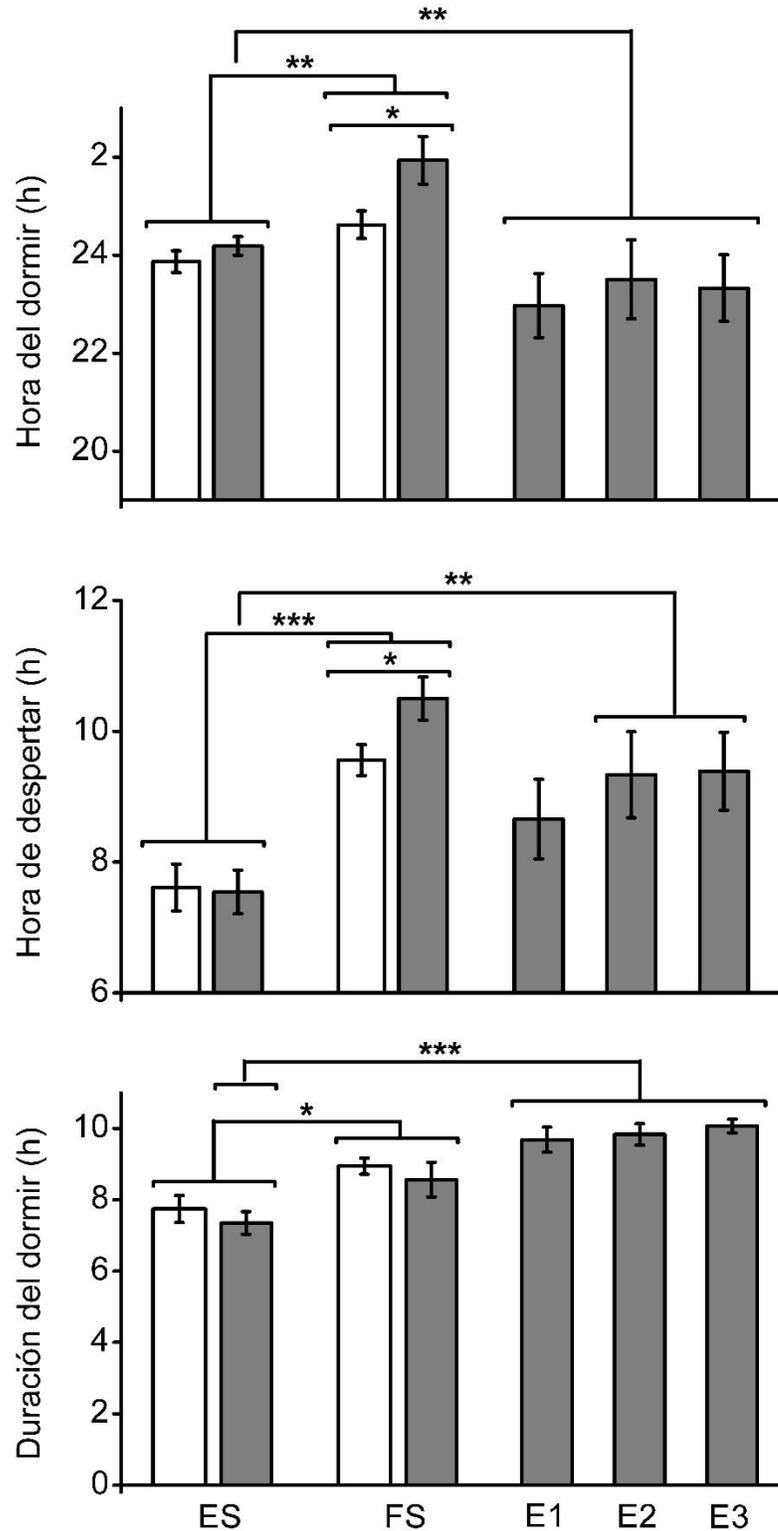


Figura 7. Inicio, fin y duración del dormir del grupo control y del grupo experimental en diferentes fases del estudio. El grupo control está representado con las barras blancas, el grupo de extensión del dormir con barras grises. ES= Entre semana, FS= Fin de semana, E= Extensión. *** $p < 0.001$.

Temperatura

Con el análisis de *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en la temperatura rectal de los 16 participantes del grupo control (Tabla 5). La batifase del grupo control fue a las $05:28 \pm 03:18$ h. El registro de temperatura de dos participantes (PC01 y PC15) de este grupo se descartó por fallas en la colocación del sensor. Las gráficas de temperatura rectal de cada participante del grupo control se observan en la figura 8.

También con el análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en la temperatura rectal de 7 participantes del grupo de extensión del dormir (Tabla 6). La batifase del grupo de extensión del dormir fue a las $06:08 \pm 02:03$ h. En este grupo se descartó el registro de temperatura de un participante (P02) por fallas en la colocación del sensor. Las gráficas de temperatura rectal de cada uno de los participantes del grupo de extensión del dormir se observan en la figura 9.

No se encontraron diferencias entre grupos en la hora del día a la que presentaron la batifase de la temperatura corporal (figura 10).

Tabla 5. Análisis de Cosinor de la temperatura rectal del grupo control

Participante	Mesor	Amplitud	Batifase (hh:mm)	Ajuste sinusoidal (%R)	
PC1	-	-	-	-	-
PC2	36.92	0.33	05:51	93.8	***
PC3	36.92	0.32	04:54	85.4	***
PC4	36.60	0.40	05:15	73.7	***
PC5	36.87	0.25	04:55	62.9	***
PC6	36.76	0.36	09:41	59.9	***
PC7	36.73	0.31	10:55	57.2	***
PC8	37.00	0.21	08:23	75.5	***
PC9	36.98	0.27	08:57	76.3	***
PC10	37.02	0.36	02:40	62.6	***
PC11	37.17	0.10	10:10	34.4	*
PC12	36.64	0.45	05:22	79.5	***
PC13	37.28	0.26	24:07	87.5	***
PC14	37.53	0.15	02:56	54.4	***
PC15	-	-	-	-	-
PC16	36.96	0.45	02:42	64.60	***
PC17	37.02	0.27	03:27	90.00	***
PC18	38.48	0.38	01:08	32.40	***
Promedio	37.06	0.45	05:28	68.13	
DE	0.45	0.63	03:18	18.17	

Nota. PC=Participante Control. Los participantes PC01 y PC15 no tienen registro de temperatura. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.005$.

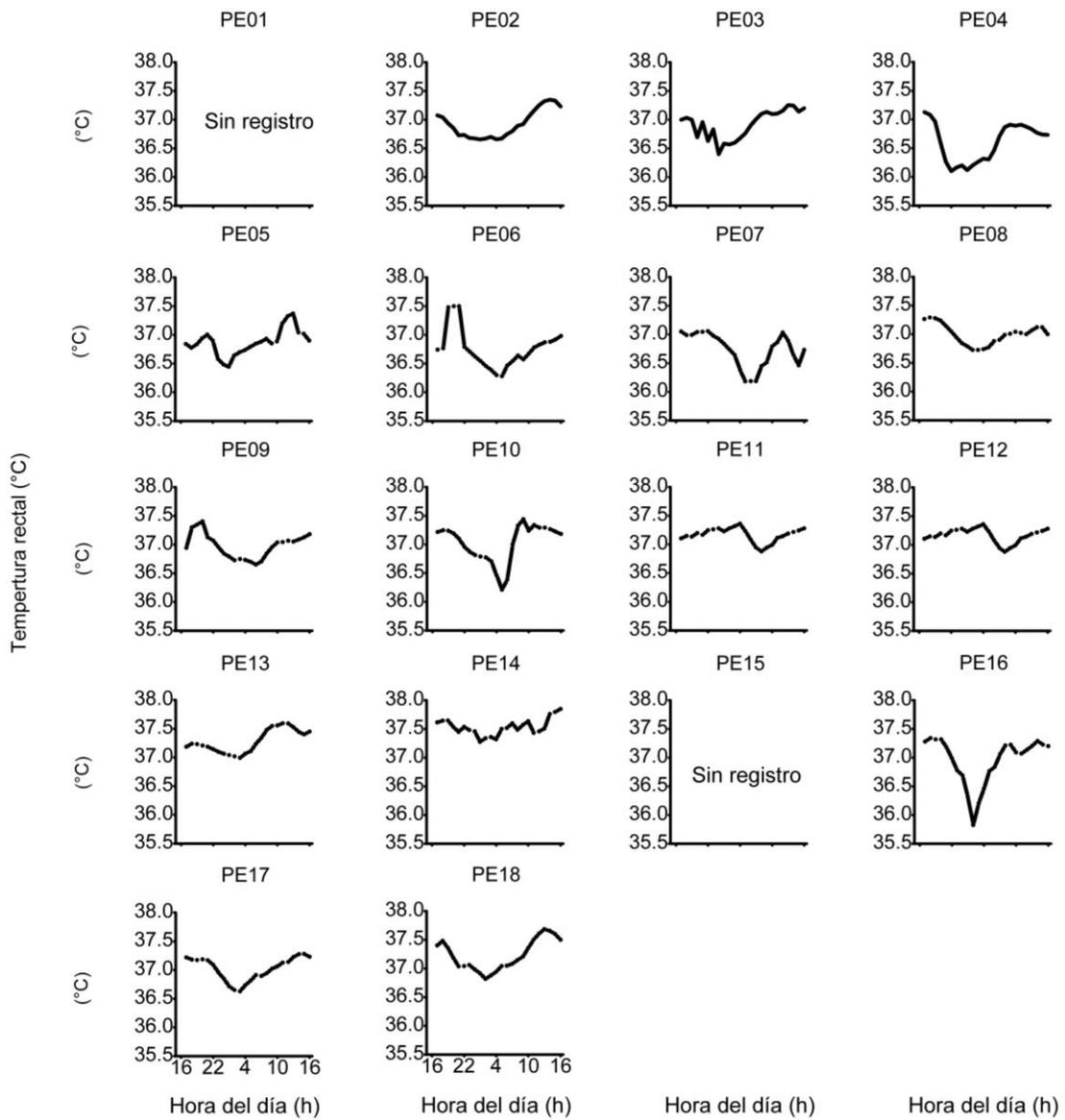


Figura 8. Curva de la temperatura rectal de los participantes del grupo control.

Tabla 6. Análisis de Cosinor de la temperatura rectal del grupo de extensión del dormir

Participante	Mesor	Amplitud	Batifase (hh:mm)	Ajuste sinusoidal (%R)	
PE1	37.02	0.31	10:18	88.20	***
PE2	-	-	-	-	NS
PE3	36.45	0.72	06:16	95.60	***
PE4	36.94	0.30	04:44	74.20	***
PE5	37.14	0.29	04:14	87.70	***
PE6	36.78	0.75	06:54	92.40	***
PE7	36.88	0.45	04:55	80.90	***
PE8	37.13	0.45	05:33	74.80	***
Promedio	36.96	0.47	06:08	75.00%	
DE	0.28	0.20	02:03	28.00%	

Nota. PE=Participante de Extensión del dormir. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005.

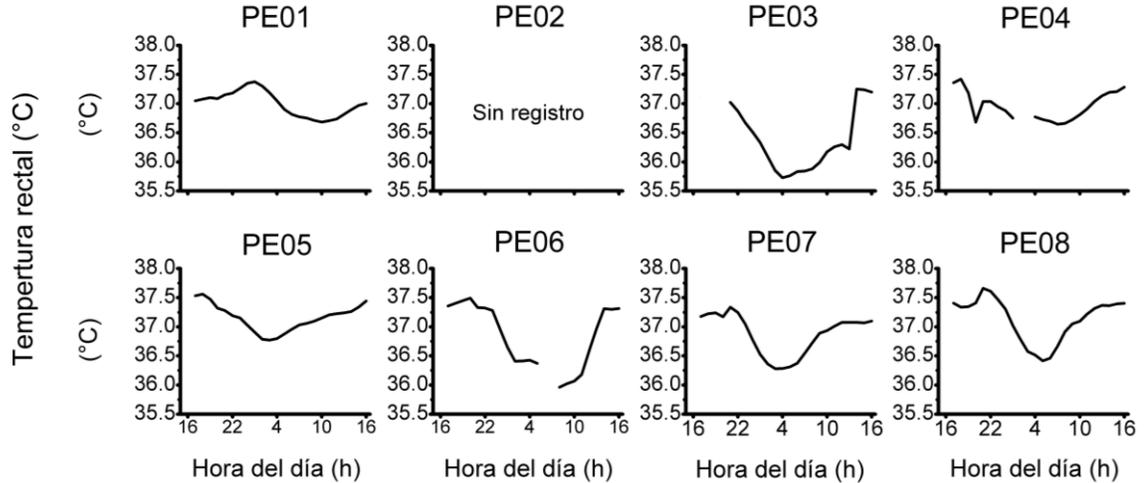


Figura 9. Curva de la temperatura rectal de los participantes del grupo de extensión del dormir.

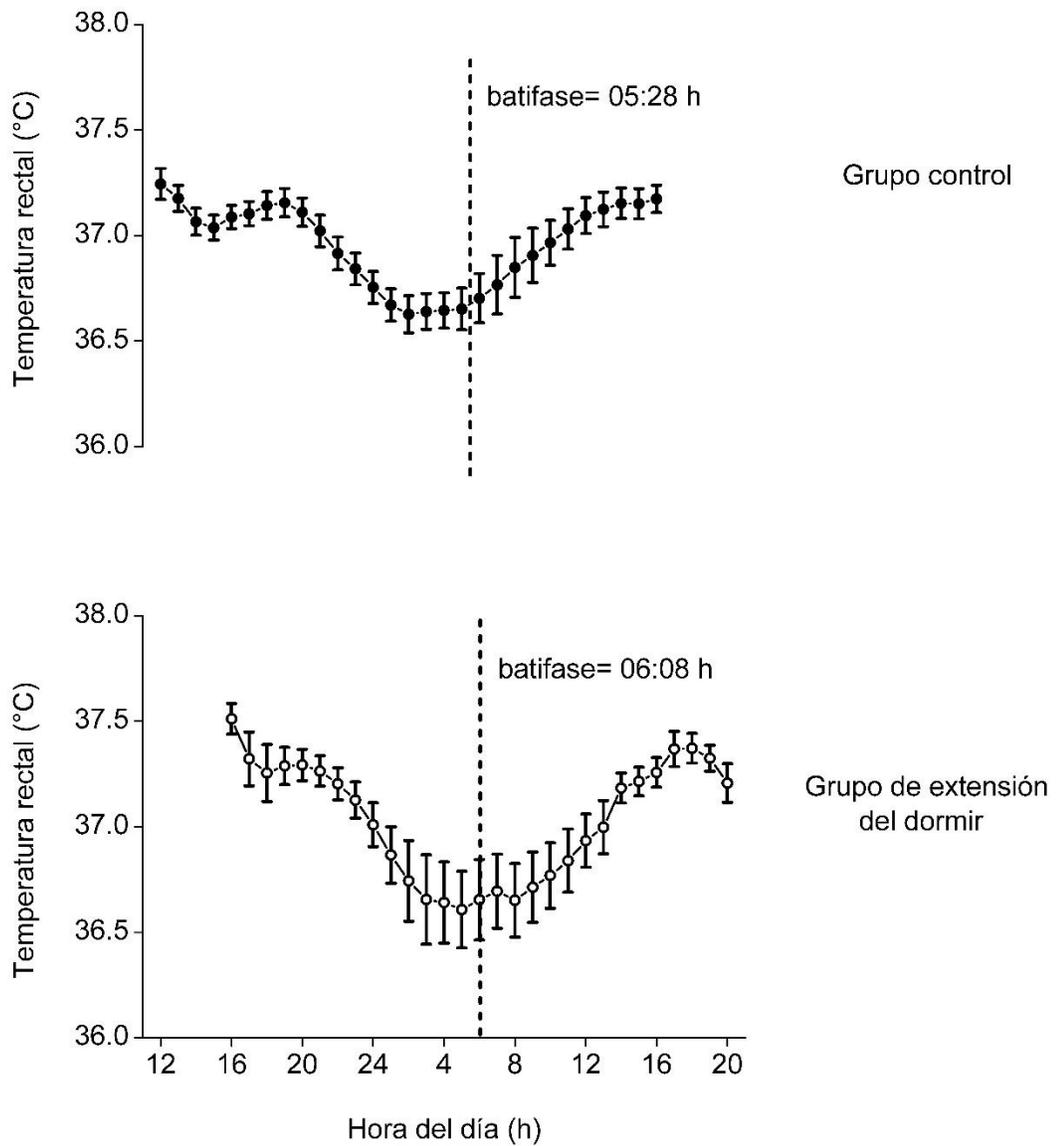


Figura 10. Curva de la temperatura rectal del grupo control y del grupo de extensión del dormir. En la línea punteada se señala la batifase (punto más bajo) de la curva de temperatura corporal.

Somnolencia

En el grupo control se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas en la somnolencia ($F=40.65$, $p<0.001$, $\eta^2=0.71$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que la somnolencia aumentó durante el día (promedio $\beta= 0.90 \pm 0.53$, $p<0.005$). El promedio general de somnolencia durante el registro fue de 4.05 ± 1.67 cm (Figura 11). Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en la somnolencia de todos los participantes de este grupo (Tabla 7), su acrofase promedio fue a las $07:11 \pm 01:14$ h.

En el grupo de extensión del dormir se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas en la somnolencia ($F=13.08$, $p<0.001$, $\eta^2=0.65$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que la somnolencia aumentó durante el día (promedio $\beta= 0.77 \pm 0.42$, $p<0.02$). El promedio general de somnolencia durante el registro fue de 4.57 ± 1.74 cm (Figura 11). Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en la somnolencia de todos los participantes de este grupo (Tabla 8), su acrofase promedio fue a las $06:06 \pm 02:40$ h.

No se encontraron diferencias entre grupos al comparar el promedio de somnolencia por hora, tampoco en la tendencia lineal, ni en el promedio de somnolencia de todo el registro. No se encontraron diferencias en la hora del día a la que se presentó la acrofase de la somnolencia (Tabla 28, Figura 15).

Tabla 7. Análisis Cosinor de la somnolencia en el grupo control

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase (hh:mm)	Ajuste sinusoidal (%R)	
PC1	3.03	1.05	09:10	41.50	***
PC2	4.66	1.24	03:41	38.90	**
PC3	6.15	1.11	05:20	68.00	***
PC4	1.03	0.35	03:37	41.20	**
PC5	1.60	0.83	06:34	59.30	***
PC6	5.18	2.13	08:03	61.70	***
PC7	3.00	0.88	08:41	68.50	***
PC8	3.76	0.78	09:32	79.40	***
PC9	3.77	0.39	09:27	38.10	**
PC10	6.19	2.73	04:46	74.70	***
PC11	2.77	1.02	13:01	61.30	***
PC12	0.62	0.44	04:00	64.90	***
PC13	3.11	1.36	07:52	70.50	***
PC14	3.11	1.36	07:38	70.50	***
PC15	3.93	2.19	06:56	72.60	***
PC16	4.88	1.65	08:34	67.70	***
PC17	3.33	0.63	06:50	26.50	*
PC18	4.95	2.04	05:04	82.70	***
Promedio	3.63	1.20	07:11	60.67	
DE	1.56	0.69	01:14	16.36	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Tabla 8. Análisis Cosinor en la somnolencia del grupo de extensión del dormir

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase	Ajuste sinusoidal (%R)	
PE1	4.41	1.23	11:06	69.70	***
PE2	1.91	0.64	03:11	30.00	*
PE3	6.10	2.00	05:56	80.00	***
PE4	6.16	2.15	06:12	83.70	***
PE5	6.90	1.67	04:12	54.10	***
PE6	3.43	3.98	07:15	91.60	***
PE7	6.60	0.89	07:50	43.50	***
PE8	3.61	1.32	03:08	71.00	***
Promedio	4.89	1.74	06:06	65.45	
DE	1.81	1.04	02:40	21.20	

Nota. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.005$

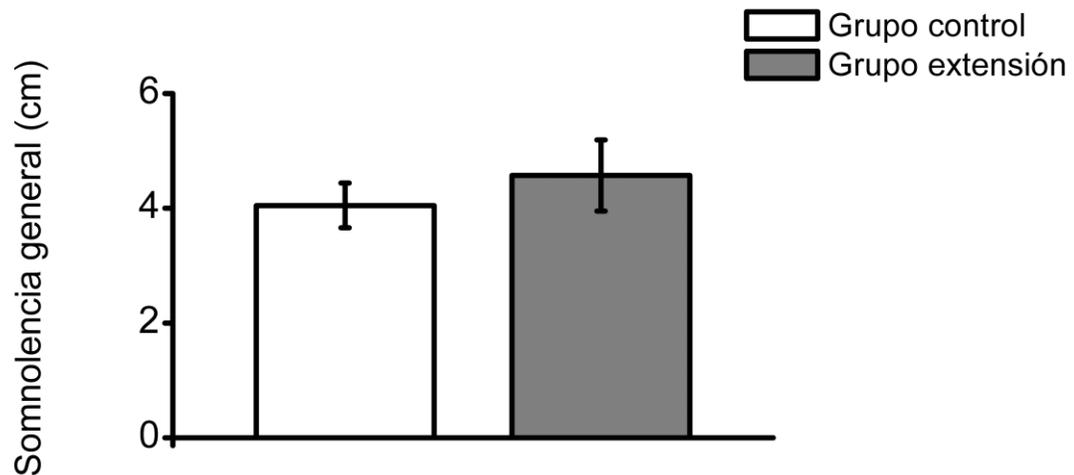


Figura 11. Promedio de la somnolencia indicada en centímetros (cm) por los participantes del grupo control y del grupo de extensión del dormir. No se encontraron diferencias significativas entre grupos.

Cansancio

En el grupo control se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas en el cansancio ($F=30.95$, $p<0.001$, $\eta^2=0.66$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que el cansancio aumentó durante el día (promedio $\beta= 0.89 \pm 0.47$, $p<0.005$). El promedio general de cansancio durante el registro fue de 3.79 ± 1.67 cm (Figura 12). Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en el cansancio de 16 participantes de este grupo (Tabla 9), su acrofase promedio fue a las $06:30 \pm 03:48$ h.

En el grupo de extensión del dormir se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas en el cansancio ($F=11.11$, $p<0.001$, $\eta^2=0.61$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que el cansancio aumentó durante el día (promedio $\beta= 0.80 \pm 0.52$, $p<0.01$). El promedio general de cansancio durante el registro fue de 4.24 ± 1.78 cm (Figura 12). Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en el cansancio en seis participantes de este grupo (Tabla 10), su acrofase promedio fue a las $06:34 \pm 02:26$ h.

No se encontraron diferencias entre grupos al comparar el promedio de cansancio por hora, tampoco en la tendencia lineal, ni en el promedio de cansancio de todo el registro. No se encontraron diferencias en la hora del día a la que se presentó la acrofase del cansancio (Tabla 28, Figura 15).

Tabla 9. Análisis Cosinor del cansancio en el grupo control

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase (hh:mm)	Ajuste sinusoidal (%R)	
PC1	1.42	0.91	02:54	81.40	***
PC2					NS
PC3	4.58	1.55	04:52	86.60	***
PC4	3.17	0.59	04:32	49.20	***
PC5	1.98	0.88	07:32	47.90	***
PC6	5.14	2.31	06:14	83.60	***
PC7	3.16	0.66	09:31	55.60	***
PC8	3.14	1.31	06:54	64.00	***
PC9					NS
PC10	5.43	3.02	02:59	80.90	***
PC11	2.74	1.27	14:19	89.20	***
PC12	1.13	0.32	01:37	46.20	***
PC13	3.88	1.67	07:14	76.90	***
PC14					NS
PC15	1.36	0.70	14:03	49.30	***
PC16	4.78	1.56	07:35	82.50	***
PC17	4.72	0.95	03:00	82.90	***
PC18	5.74	2.14	04:14	88.10	***
Promedio	3.49	1.32	06:30	70.95	
DE	1.55	0.74	03:48	16.74	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Tabla 10. Análisis Cosinor en el cansancio del grupo de extensión del dormir

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase	Ajuste sinusoidal (%R)	
PE1	4.14	1.25	11:04	64.90	***
PE2					NS
PE3	5.88	1.66	05:29	75.20	***
PE4	6.39	2.02	06:26	89.60	***
PE5	7.71	1.96	05:29	78.90	***
PE6	3.77	3.67	07:00	85.20	***
PE7					NS
PE8	3.35	0.59	03:55	26.20	*
Promedio	5.21	1.86	06:34	70.00	
DE	1.72	1.03	02:26	23.09	

Nota. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

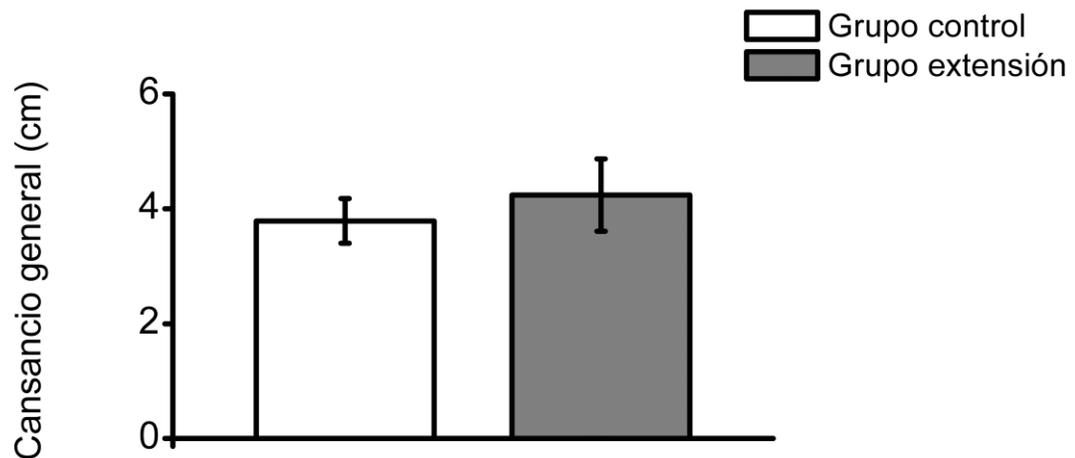


Figura 12. Promedio general de la somnolencia indicada en cm por los participantes del grupo control y del grupo de extensión del dormir. No se encontraron diferencias significativas entre grupos.

A continuación, se presentarán los resultados encontrados en la atención de manera general y por componente de cada grupo, posteriormente se muestra el resumen de las comparaciones entre grupos de todos estos resultados.

Eficiencia general

En el grupo control se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas el porcentaje de correctas de toda la tarea. ($F=46.78$, $p<0.001$, $\eta^2=0.73$). El promedio general de las respuestas correctas en la tarea durante todo el registro fue de 67.70 ± 10.01 %. Con el análisis de tendencia lineal se encontró que el porcentaje de respuestas correctas disminuyó durante el día (promedio: $\beta = -0.84 \pm 0.28$, $p<0.005$). Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo el análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en el porcentaje de respuestas correctas de la eficiencia general en diecisiete participantes de este grupo (Tabla 11). La batifase promedio de las respuestas correctas fue a las $06:37 \pm 02:45$ h.

En el grupo de extensión del dormir se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas el porcentaje de correctas de toda la tarea. ($F=12.70$, $p<0.001$, $\eta^2=0.65$). El promedio general de las respuestas correctas en la tarea durante todo el registro fue de 74.42 ± 9.87 %. Con el análisis de tendencia lineal se encontró que el porcentaje de respuestas correctas disminuyó durante el día (promedio: $\beta = -0.67 \pm 0.28$, $p<0.05$). Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo el análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en el porcentaje de respuestas correctas de la eficiencia general en todos los

participantes de este grupo (Tabla 12). La batifase promedio de las respuestas correctas de las 06:44 ± 01:45 h.

Tabla 11. Análisis Cosinor de las respuestas correctas durante toda la tarea en el grupo control

Participante	Menor	Amplitud	Acrofase (hh:mm)	Ajuste sinusoidal (%R)	
PC1	62.2739	9.8897	20:16	49.20	***
PC2	77.8317	8.0581	15:58	38.80	**
PC3	62.3038	14.7992	16:50	65.90	***
PC4	65.5246	5.4174	17:39	40.00	***
PC5	80.0053	9.3544	19:39	37.90	**
PC6	70.6236	7.816	19:17	38.10	**
PC7	62.8589	9.3182	20:10	41.20	***
PC8	81.8404	5.6517	23:36	39.20	**
PC9					NS
PC10	58.0062	14.7487	15:03	35.30	*
PC11	76.6491	10.8997	01:05	80.40	***
PC12	53.2961	6.5783	17:04	40.50	***
PC13	51.5465	9.975	14:59	50.40	***
PC14	83.3286	7.1915	17:34	75.60	***
PC15	62.998	14.7563	17:22	54.40	***
PC16	70.3973	8.4597	20:34	41.90	***
PC17	63.3764	9.238	18:19	39.50	**
PC18	61.3134	21.2985	17:03	72.20	***
Promedio	67.30	10.20	18:37	49.44	
DE	9.75	04.09	02:45	14.85	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Tabla 12. Análisis Cosinor de las respuestas correctas durante toda la tarea de atención en el grupo de extensión

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase	Ajuste sinusoidal (%R)	
PE1	74.4241	10.4797	22:01	37.00	**
PE2	78.0437	12.1531	18:59	65.40	***
PE3	56.757	12.0756	18:03	46.60	***
PE4	87.6781	6.05	17:50	41.20	***
PE5	75.4869	19.2591	18:28	75.30	***
PE6	83.3252	6.8203	19:16	43.10	***
PE7	62.1724	14.2479	19:27	62.70	***
PE8	67.2218	14.8197	15:45	59.80	***
Promedio	73.14	11.99	18:44	53.89	
DE	10.48	4.31	01:45	13.73	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Alerta tónica

En el grupo control se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas el porcentaje de correctas de alerta tónica ($F=37.74$, $p<0.001$, $\eta^2=0.70$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que el porcentaje de respuestas correctas disminuyó durante el día (promedio: $\beta= -0.80 \pm 0.30$, $p<0.005$). El promedio general de las respuestas correctas durante el registro fue de 72.37 ± 10.34 %. Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en el porcentaje de respuestas correctas de alerta tónica en todos los participantes de este grupo (Tabla 13). La batifase promedio de las respuestas correctas de la alerta tónica fue a las $06:38 \pm 02:28$ h.

En el grupo de extensión del dormir se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas el porcentaje de correctas de alerta tónica ($F= 10.60$, $p<0.001$, $\eta^2=0.60$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que el porcentaje de respuestas correctas disminuyó durante el día (promedio: $\beta= -0.66 \pm 0.33$, $p<0.05$). El promedio de las respuestas correctas de alerta tónica durante el registro fue de 80.90 ± 8.90 %. Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en el porcentaje de respuestas correctas de alerta tónica en todos los participantes de este grupo (Tabla 14). La batifase promedio de las respuestas correctas de la alerta tónica fue a las $06:54 \pm 01:49$ h.

Tabla 13. Análisis Cosinor del porcentaje de respuestas correctas de alerta tónica en el grupo control

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase (hh:mm)	Ajuste sinusoidal (%R)	
PC1	63.28	10.86	20:21	48.00	***
PC2	83.15	9.80	16:05	59.10	***
PC3	67.59	14.28	17:10	56.40	***
PC4	68.92	6.72	17:56	55.50	***
PC5	84.44	8.26	19:49	32.30	*
PC6	76.80	8.23	18:10	46.90	***
PC7	67.99	8.82	20:35	34.70	*
PC8	90.26	5.39	22:42	58.90	***
PC9	83.68	5.95	18:10	30.10	*
PC10	62.79	13.31	16:08	30.00	*
PC11	82.36	9.54	01:04	66.30	***
PC12	62.07	6.12	17:33	39.00	***
PC13	54.02	9.52	15:25	40.70	***
PC14	88.05	7.43	17:58	76.00	***
PC15	66.59	16.78	17:09	59.90	***
PC16	74.73	9.62	20:52	43.30	***
PC17	69.75	8.87	17:34	39.70	**
PC18	62.89	20.77	17:14	65.70	***
Promedio	72.74	10.01	18:38	49.03	
DE	10.51	4.00	02:28	13.76	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Tabla 14. Análisis Cosinor del porcentaje de respuestas correctas de alerta tónica en el grupo de extensión del dormir

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase	Ajuste sinusoidal (%R)	
PE1	80.70	10.70	22:14	32.90	*
PE2	92.27	5.96	17:50	42.60	***
PE3	87.94	10.96	19:06	59.30	***
PE4	69.74	14.12	19:03	62.20	***
PE5	72.65	14.66	15:51	57.60	***
PE6	81.75	18.21	18:28	75.20	***
PE7	65.69	11.77	18:31	43.10	***
PE8	87.24	6.51	20:07	38.90	**
Promedio	79.75	11.61	18:54	51.48	
DE	9.51	4.11	01:49	14.29	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Alerta fásica

En el grupo control se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas el porcentaje de correctas de alerta fásica ($F=39.42$, $p<0.001$, $\eta^2=0.71$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que el porcentaje de respuestas correctas disminuyó durante el día (promedio: $\beta= -0.82 \pm .33$, $p<0.005$). El promedio general de las respuestas correctas de alerta fásica durante el registro fue de $54.91 \pm 11.47\%$. Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en las respuestas correctas de alerta fásica en 15 participantes de este grupo (Tabla 15). La batifase promedio de las respuestas correctas de la alerta fásica fue a las $06:09 \pm 02:46$ h.

En el grupo de extensión del dormir se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas el porcentaje de correctas de alerta fásica ($F=16.02$, $p<0.001$, $\eta^2=0.70$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que el porcentaje de respuestas correctas disminuyó durante el día (promedio: $\beta= -.75 \pm .34$, $p<0.02$). El promedio general de las respuestas correctas de alerta fásica durante el registro fue de 64.03 ± 12.73 . Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en las respuestas correctas de alerta fásica en todos los participantes de este grupo (Tabla 16). La batifase promedio de las respuestas correctas de la alerta fásica fue a las $06:36 \pm 01:50$ h.

Tabla 15. Análisis Cosinor del porcentaje de respuestas correctas de alerta fásica en el grupo control

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase (hh:mm)	Ajuste sinusoidal (%R)	
PC1	52.99	12.63	20:33	45.20	***
PC2	67.18	14.77	16:14	68.50	***
PC3	47.84	12.14	14:50	37.20	***
PC4	59.56	5.33	15:57	28.30	*
PC5	75.66	13.30	18:06	51.00	***
PC6	48.91	7.67	22:50	45.60	***
PC7					NS
PC8	75.62	7.38	20:18	51.00	***
PC9	58.76	10.95	19:23	45.60	***
PC10					NS
PC11	62.48	13.92	23:23	64.10	***
PC12	30.17	9.76	16:17	50.00	***
PC13	40.97	11.06	13:50	42.00	***
PC14	76.13	8.58	16:39	81.50	***
PC15	56.58	15.12	17:25	49.60	***
PC16	63.41	10.80	19:12	57.20	***
PC17					NS
PC18	52.26	24.25	17:13	76.90	***
Promedio	57.90	11.84	18:09	52.91	
DE	13.09	4.45	02:46	14.50	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Tabla 16. Análisis Cosinor del porcentaje de respuestas correctas de alerta fásica en el grupo de extensión del dormir

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase	Ajuste sinusoidal (%R)	
PE1	67.94	13.41	21:50	42.20	***
PE2	81.11	7.45	17:35	36.20	***
PE3	58.19	13.11	19:29	67.90	***
PE4	51.15	17.99	19:43	66.30	***
PE5	51.24	15.92	15:30	56.60	***
PE6	71.25	21.12	18:32	75.20	***
PE7	42.38	17.34	18:06	63.90	***
PE8	75.66	7.97	18:06	51.00	***
Promedio	62.37	14.29	18:36	57.41	
DE	13.65	4.80	01:50	13.47	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Atención Selectiva

En el grupo control se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas el porcentaje de correctas de atención selectiva ($F=26.11$, $p<0.001$, $\eta^2=0.62$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que el porcentaje de respuestas correctas disminuyó durante el día (promedio: $\beta = -0.75 \pm .37$, $p<0.005$). El promedio de las respuestas correctas de atención selectiva durante el registro fue de 53.87 ± 11.20 %. Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en el porcentaje de respuestas correctas de atención selectiva en 17 de los participantes de este grupo (Tabla 17). La batifase promedio de las respuestas correctas de la atención selectiva fue a las $06:13 \pm 02:51$ h.

En el grupo control se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas el porcentaje de correctas de atención selectiva ($F=3.82$, $p<0.001$, $\eta^2=0.19$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que el porcentaje de respuestas correctas disminuyó durante el día (promedio: $\beta = -0.64 \pm .30$, $p<0.05$). El promedio general de las respuestas correctas de atención selectiva durante el registro fue de 59.72 ± 13.64 %. Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en el porcentaje de respuestas correctas de atención selectiva en todos los participantes de este grupo (Tabla 18). La batifase promedio de las respuestas correctas de la atención selectiva fue a las $06:29 \pm 01:56$.

Tabla 17. Análisis Cosinor del porcentaje de respuestas correctas de atención selectiva en el grupo control

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase (hh:mm)	Ajuste sinusoidal (%R)	
PC1	52.661	7.8281	21:20	31.00	*
PC2	73.2437	12.7605	16:04	72.30	***
PC3	53.2499	15.4315	16:26	57.60	***
PC4	47.222	4.7676	16:38	34.10	*
PC5	68.2568	13.3009	18:34	39.20	**
PC6	54.6864	12.431	20:22	44.80	***
PC7	42.6325	11.4431	20:05	50.10	***
PC8	64.1577	7.2465	19:22	52.90	***
PC9	61.0975	4.9359	18:47	32.90	*
PC10					NS
PC11	61.6765	11.7586	24:49	55.00	***
PC12	31.5423	7.6637	16:46	42.80	***
PC13	34.5764	8.6258	11:19	42.80	***
PC14	69.4044	7.0238	16:23	65.20	***
PC15	54.4345	9.0273	19:03	33.50	*
PC16	54.7033	7.0151	18:21	40.30	***
PC17	50.7904	10.9983	18:50	36.60	**
PC18	48.8287	20.7256	16:31	73.00	***
Promedio	54.30	10.18	18:13	47.30	
DE	11.51	4.08	02:51	13.52	

Nota. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.005$

Tabla 18. Análisis cosinor del porcentaje de respuestas correctas de atención selectiva en el grupo de extensión

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase	Ajuste sinusoidal (%R)	
PE1	58.9482	10.0614	21:22	35.40	*
PE2	75.8957	5.9299	17:53	34.30	*
PE3	58.823	15.6397	18:51	74.20	***
PE4	44.1186	13.4427	20:48	58.20	***
PE5	58.4966	13.7951	15:15	56.90	***
PE6	61.3402	18.9766	18:25	74.40	***
PE7	33.8812	13.4517	17:15	56.20	***
PE8	74.6435	9.6229	18:05	56.60	***
Promedio	58.27	12.62	18:29	55.78	
DE	14.06	4.01	01:56	14.98	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Atención sostenida

Estabilidad general

La estabilidad general se evaluó con la desviación estándar del porcentaje de respuestas correctas.

En el grupo control se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas en la desviación estándar del porcentaje de correctas de la tarea ($F=32.53$, $p<0.001$, $\eta^2=0.67$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que la desviación estándar del porcentaje de respuestas correctas aumentó durante el día (promedio: $\beta= 0.79 \pm .31$, $p<0.005$). El promedio general de la desviación estándar de las respuestas correctas fue de 3.72 ± 0.80 %. Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en la desviación estándar del porcentaje de respuestas correctas, en 13 de los participantes de este grupo (Tabla 19). La acrofase promedio de la desviación estándar de las respuestas correctas fue a las $06:35 \pm 02:59$ h.

En el grupo de extensión del dormir se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas en la desviación estándar del porcentaje de correctas de la tarea. ($F=17.63$, $p<0.001$, $\eta^2=0.72$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que la desviación estándar del porcentaje de respuestas correctas (promedio: $\beta= 0.74 \pm .32$, $p<0.005$). El promedio general de la desviación estándar de las respuestas correctas fue de 3.00 ± 0.60 %. Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron

variaciones circadianas en la desviación estándar del porcentaje de respuestas correctas en todos los participantes de este grupo (Tabla 20). La acrofase promedio de la desviación estándar de las respuestas correctas fue a las 06:42 ± 01:47 h.

Tabla 19. Análisis Cosinor de la desviación estándar del porcentaje de respuestas correctas en el grupo control

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase (hh:mm)	Ajuste sinusoidal (%R)	
PC1	4.02	1.36	05:20	48.50	***
PC2	3.68	1.73	03:56	72.90	***
PC3	4.85	1.63	04:06	59.30	***
PC4	3.89	0.86	04:45	54.20	***
PC5	2.42	1.02	09:11	45.70	***
PC6	3.38	0.77	06:47	57.00	***
PC7					NS
PC8	2.21	0.68	11:15	63.00	***
PC9	2.89	0.38	06:46	40.60	***
PC10	4.39	2.26	05:06	85.50	***
PC11	2.60	0.89	13:03	63.40	***
PC12					NS
PC13					NS
PC14	3.77	1.70	05:33	81.50	***
PC15	4.16	2.16	04:51	88.70	***
PC16	3.56	1.05	08:58	43.80	***
PC17					NS
PC18	3.59	1.10	02:37	31.30	*
Promedio	3.53	1.16	06:35	59.67	
DE	0.77	0.56	02:59	17.46	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Tabla 20. Análisis Cosinor de la desviación estándar del porcentaje de respuestas correctas en el grupo extensión

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase	Ajuste sinusoidal (%R)	
PE1	2.88	1.05	10:15	65.00	***
PE2	2.19	0.89	05:40	52.90	***
PE3	2.51	1.06	06:58	62.10	***
PE4	3.13	0.64	05:59	47.20	***
PE5	3.99	1.69	04:42	75.30	***
PE6	3.28	2.11	07:17	81.20	***
PE7	4.01	0.75	05:01	29.30	*
PE8	2.88	1.24	07:44	72.50	***
Promedio	3.11	1.18	06:42	60.69	
DE	0.65	0.50	01:47	17.00	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Estabilidad en el tiempo

La estabilidad en el tiempo se evaluó con la tendencia lineal del porcentaje de respuestas correctas y con el tiempo de reacción.

En el grupo control se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas en la tendencia lineal del porcentaje de correctas de la tarea. ($F=8.36$, $p<0.001$, $\eta^2=0.34$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que la tendencia lineal del porcentaje de respuestas correctas disminuyó durante el día (promedio: $\beta= -0.56 \pm .48$, $p<0.01$). El promedio general de la tendencia lineal de las respuestas correctas fue de -0.48 ± 0.13 . Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en la tendencia lineal del porcentaje de respuestas correctas, en 13 de los participantes de este grupo (Tabla 21). La batifase promedio de la tendencia lineal de las respuestas correctas fue a las $04:12 \pm 04:01$ h.

En el grupo de extensión del dormir se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas en la tendencia lineal del porcentaje de correctas de la tarea ($F=24.91$, $p<0.001$, $\eta^2=0.78$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que la tendencia lineal del porcentaje de respuestas correctas disminuyó durante el día (promedio: $\beta= -0.80 \pm .20$, $p<0.005$). El promedio general de la tendencia lineal de las respuestas correctas fue de -0.41 ± 0.13 . Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en la desviación estándar del porcentaje de respuestas correctas, en 7 de los participantes de este grupo (Tabla 22). La batifase promedio de la tendencia lineal de las respuestas correctas fue a las

07:10 ± 01:14 h.

Tabla 21. Análisis Cosinor del porcentaje de la tendencia lineal de las respuestas correctas en el grupo control

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase (hh:mm)	Ajuste sinusoidal (%R)	
PC1	-0.58	0.21	18:54	68.80	***
PC2	-0.52	0.19	13:35	34.20	*
PC3	-0.68	0.19	15:38	74.50	***
PC4					NS
PC5	-0.33	0.17	23:28	32.20	*
PC6	-0.40	0.15	15:10	35.50	*
PC7					NS
PC8	-0.30	0.13	16:54	66.70	***
PC9					NS
PC10	-0.38	0.32	10:30	67.60	***
PC11					NS
PC12	-0.42	0.14	06:19	34.30	*
PC13	-0.84	0.15	12:40	75.20	***
PC14	-0.37	0.09	16:45	29.10	*
PC15	-0.50	0.31	18:04	74.10	***
PC16	-0.54	0.19	18:37	52.40	***
PC17					NS
PC18	-0.40	0.29	16:06	50.90	***
Promedio	-0.48	0.20	16:12	53.50	
DE	0.15	0.07	04:01	18:41	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Tabla 22. Análisis Cosinor del porcentaje de la tendencia lineal de las respuestas correctas en el grupo de extensión del dormir

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase	Ajuste sinusoidal (%R)	
PE1	-0.44	0.18	21:46	46.60	***
PE2	-0.38	0.27	19:22	77.60	***
PE3	-0.62	0.16	18:35	54.50	***
PE4	-0.27	0.20	18:44	56.20	***
PE5	-0.38	0.35	19:06	67.20	***
PE6	-0.35	0.28	18:46	87.80	***
PE7					NS
PE8	-0.62	0.26	17:51	81.50	***
Promedio	-0.44	0.24	19:10	67.34	
DE	0.13	0.07	01:14	15.51	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Estabilidad a corto plazo

La estabilidad a corto plazo se evaluó con el promedio de las secuencias de aciertos y con las secuencias de errores durante la tarea.

Secuencias de aciertos

En el grupo control se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas en las secuencias de aciertos durante la tarea. ($F=23.01$, $p<0.001$, $\eta^2=0.58$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que las secuencias de aciertos disminuyeron durante el día (promedio: $\beta = -0.71 \pm .35$, $p<0.005$). El promedio general de las secuencias de aciertos fue de 9.16 ± 2.94 . Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en las secuencias de aciertos en 16 participantes (Tabla 23). La batifase promedio de las secuencias de aciertos fue a las $04:37 \pm 02:07$ h.

En el grupo de extensión del dormir se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas en las secuencias de aciertos durante la tarea ($F=8.75$, $p<0.001$, $\eta^2=0.55$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que las secuencias de aciertos disminuyeron durante el día (promedio: $\beta= -0.78 \pm .19$, $p<0.02$). El promedio general de las secuencias de aciertos fue de 11.34 ± 5.21 . Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en las secuencias de aciertos en 7 participantes (Tabla 24). La batifase promedio de secuencias de aciertos fue a las $05:15 \pm 01:16$ h.

Tabla 23. Análisis Cosinor de las secuencias de aciertos en el grupo control

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase (hh:mm)	Ajuste sinusoidal (%R)	
PC1	9.19	2.80	19:48	32.80	*
PC2	16.22	6.35	16:06	47.70	***
PC3	7.92	2.05	16:36	56.80	***
PC4	6.83	1.90	14:26	45.00	***
PC5	12.55	2.81	18:41	51.00	**
PC6	7.51	1.15	19:08	42.20	***
PC7	7.22	2.02	19:50	43.00	***
PC8	12.00	3.22	17:42	66.70	***
PC9	10.74	2.45	16:49	60.80	***
PC10	6.73	3.75	15:52	68.00	***
PC11					NS
PC12	5.09	1.08	16:41	41.80	***
PC13					NS
PC14	14.11	4.69	13:41	84.00	***
PC15	9.93	2.50	18:02	57.00	***
PC16	6.62	1.57	13:03	40.90	***
PC17	7.27	2.29	15:00	44.80	***
PC18	8.38	6.50	14:32	93.80	***
Promedio	9.27	2.95	16:37	54.77	
DE	3.09	1.64	02:07	16.61	

Nota. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.005$

Tabla 24. Análisis Cosinor de las secuencias de aciertos del grupo de extensión del dormir

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase	Ajuste sinusoidal (%R)	
PE1					
PE2	15.93	2.59	16:42	47.20	***
PE3	9.14	2.53	18:09	81.00	***
PE4	5.87	1.17	19:38	49.20	***
PE5	8.89	3.35	16:03	69.20	***
PE6	10.85	4.63	17:24	81.90	***
PE7	5.91	1.86	16:18	61.80	***
PE8	19.46	6.87	16:29	75.70	***
Promedio	10.87	3.28	17:15	66.57	
DE	5.10	1.92	01:16	14.34	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Secuencia de errores

En el grupo control se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas en las secuencias de errores durante la tarea. ($F=8.29$, $p<0.001$, $\eta^2=0.34$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que las secuencias de errores aumentaron durante el día (promedio: $\beta= 0.71 \pm .37$, $p<0.005$). El promedio general de las secuencias de errores fue de 6.53 ± 2.38 . Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en las secuencias de errores en 13 participantes (Tabla 25). La batifase promedio de las secuencias de errores fue a las $19:18 \pm 03:48$ h.

En el grupo de extensión del dormir se encontró un efecto principal al realizar un ANOVA de medidas repetidas en las secuencias de errores durante la tarea ($F=8.75$, $p<0.001$, $\eta^2=0.56$). Con el análisis de tendencia lineal se encontró que las secuencias de errores aumentaron durante el día (promedio: $\beta= 0.62 \pm .39$, $p<0.02$). El promedio general de las secuencias de errores fue de 4.89 ± 1.72 . Después de restar la tendencia lineal y llevar a cabo un análisis *Cosinor* se encontraron variaciones circadianas en las secuencias de errores en todos los participantes (Tabla 26). La batifase promedio de las secuencias de errores fue a las $19:39 \pm 02:07$ h.

Tabla 25. Análisis Cosinor de las secuencias de errores en el grupo control

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase (hh:mm)	Ajuste sinusoidal (%R)	
PC1	6.92	1.85	06:41	46.70%	***
PC2	5.92	3.45	04:41	40.60%	***
PC3	5.62	2.13	01:54	35.00%	*
PC4					NS
PC5	3.49	1.69	07:25	41.60%	***
PC6	5.37	2.38	06:12	56.30%	***
PC7					NS
PC8	3.52	1.59	14:37	91.00%	***
PC9					NS
PC10					NS
PC11	3.77	1.38	13:53	84.70%	***
PC12	5.33	0.99	5:33	24.70%	*
PC13					NS
PC14	5.33	2.41	06:34	66.40%	***
PC15	11.16	7.72	05:48	64.90%	***
PC16	7.21	3.29	10:09	25.30%	*
PC17					NS
PC18	10.52	6.53	04:03	70.40%	***
Promedio	6.43	2.78	07:18	42.11%	
DE	2.41	2.01	03:48	24.85%	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Tabla 26. Análisis Cosinor de las secuencias de errores en el grupo de extensión del dormir

Participante	Mesor	Amplitud	Acrofase	Ajuste sinusoidal (%R)	
PE1	5.2691	2.4838	11:51	28.40%	*
PE2	3.2387	1.1453	06:41	59.90%	***
PE3	3.2676	1.1966	6:55	60.40%	***
PE4	2.9067	1.3831	07:04	61.40%	***
PE5	4.8817	1.8769	04:54	59.60%	***
PE6	6.9514	6.5877	07:54	51.50%	***
PE7	8.1758	3.464	09:25	43.60%	***
PE8	4.6056	2.2479	06:25	56.70%	***
Promedio	4.91	2.55	07:39	52.69%	
DE	1.87	1.81	02:07	11.50%	

Nota. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005

Diferencias entre el grupo control y el grupo de extensión del dormir en los componentes de la atención

No se encontraron diferencias en los indicadores de alerta tónica, alerta fásica, atención sostenida y atención selectiva al compararlos por hora (Figura 13).

Tampoco se encontraron diferencias entre los grupos al comparar la regresión lineal que presentaron los indicadores de los componentes de la atención a lo largo del registro (Tabla 27).

Al comparar entre los grupos el promedio general de los indicadores de los componentes de la atención durante todo el registro no se encontraron diferencias entre grupos (Figura 14).

No se encontraron diferencias entre grupos en la batifase de ninguno de los componentes de la atención (Tabla 28, Figura 15).

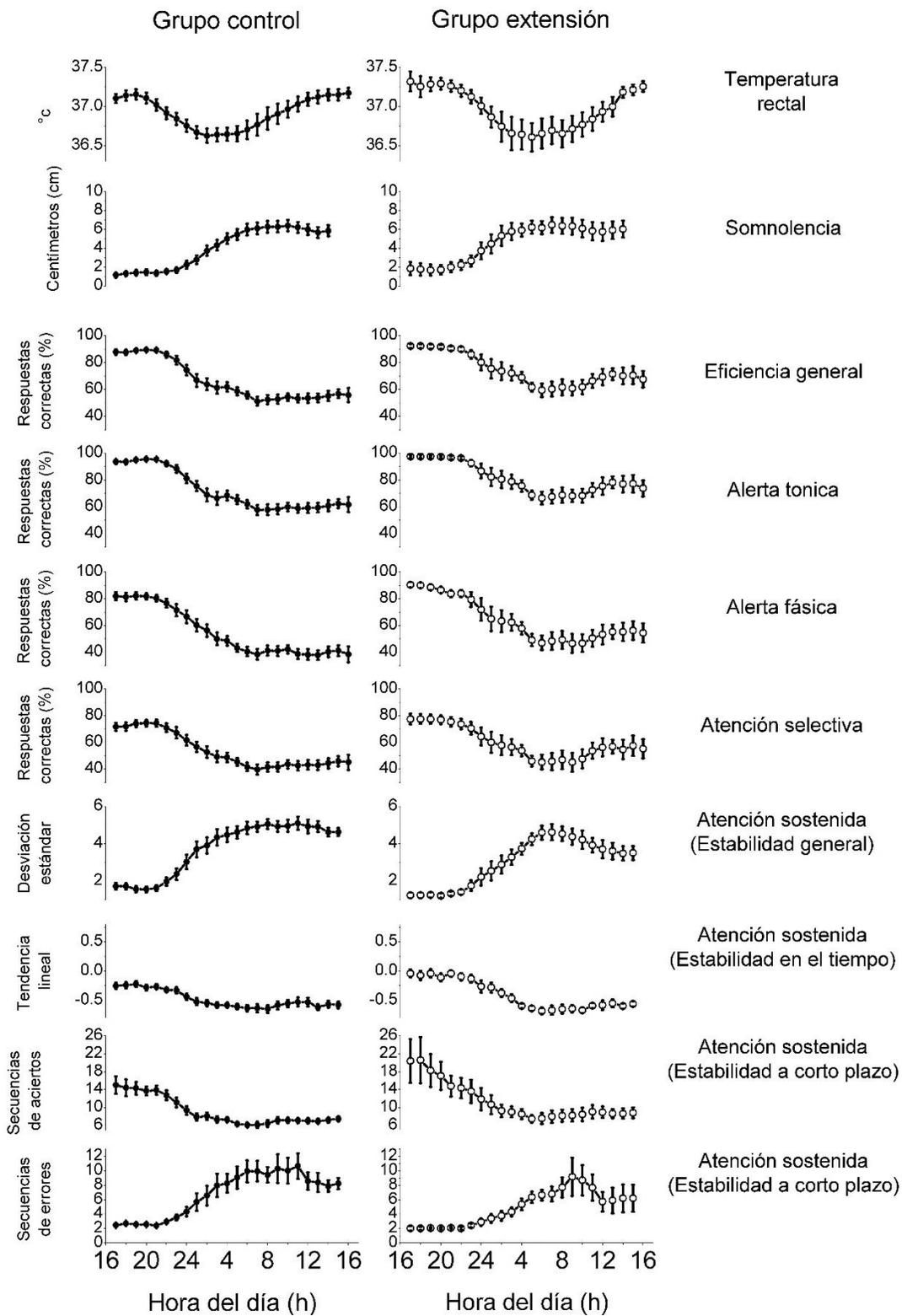


Figura 13. Indicadores de la alerta tónica, alerta fásica, atención selectiva y atención sostenida en la tarea de ejecución continua el grupo control y de extensión del dormir. Los valores están suavizados con medias móviles de tres.

Tabla 27. Regresión lineal de los indicadores de los componentes de la atención

Indicador	β GC	β GE	GC VS GE t^*	
%C Alerta tónica	-.80*** (.30)	-.66* (.33)	-2.23	NS
%C Alerta fásica	-.82*** (.33)	-.75* (.34)	-1.17	NS
%C Atención selectiva	-.75*** (.37)	-.64* (.30)	-1.39	NS
Desviación estándar %C	.79*** (.31)	.74* (.32)	1.01	NS
Tendencia lineal %C	-.56** (.48)	-.80** (.20)	2.38	NS
Secuencias de aciertos	-.71*** (.35)	-.78** (.19)	1.02	NS
Secuencias de errores	.71*** (.37)	.62* (.39)	0.96	NS

Nota. %C=Porcentaje de respuestas correctas, TR= Tiempo de reacción. GC= Grupo control, GE= Grupo de extensión del dormir NS= sin diferencia significativa. El promedio de la tendencia lineal de cada grupo se encuentra entre paréntesis. Nos se encontraron diferencias entre grupos en ningún indicador de la tarea.

Tabla 28. Batifase de la somnolencia, cansancio y de los indicadores de los componentes de la atención

Indicador	Batifase GC (hh:mm)	Batifase GE (hh:mm)	GC VS GE <i>t</i> *	
Somnolencia	19:11 (01:14)	18:06 (02:40)	0.99	NS
Cansancio	18:30 (03:48)	18:34 (02:26)	-0.04	NS
%C General	06:37 (02:45)	06:44 (01:45)	-0.11	NS
%C Alerta tónica	06:38 (02:28)	06:54 (01:49)	-0.27	NS
%C Alerta fásica	06:09 (02:46)	06:36 (01:50)	-0.42	NS
%C Atención selectiva	06:13 (02:51)	06:29 (01:56)	-0.24	NS
Desviación estándar %C	18:35 (02:59)	18:42 (01:47)	-0.10	NS
Tendencia lineal %C	04:12 (04:01)	07:10 (01:14)	-1.89	NS
Secuencias de aciertos	04:37 (02:07)	05:15 (01:16)	-0.72	NS
Secuencias de errores	19:18 (03:48)	19:39 (02:07)	-0.24	NS

Nota. %C=Porcentaje de respuestas correctas, TR= Tiempo de reacción. GC= Grupo control, GE= Grupo de extensión del dormir. NS= sin diferencias significativas. El promedio de la tendencia lineal de cada grupo se encuentra entre paréntesis. No se encontraron diferencias entre grupos en ningún indicador.

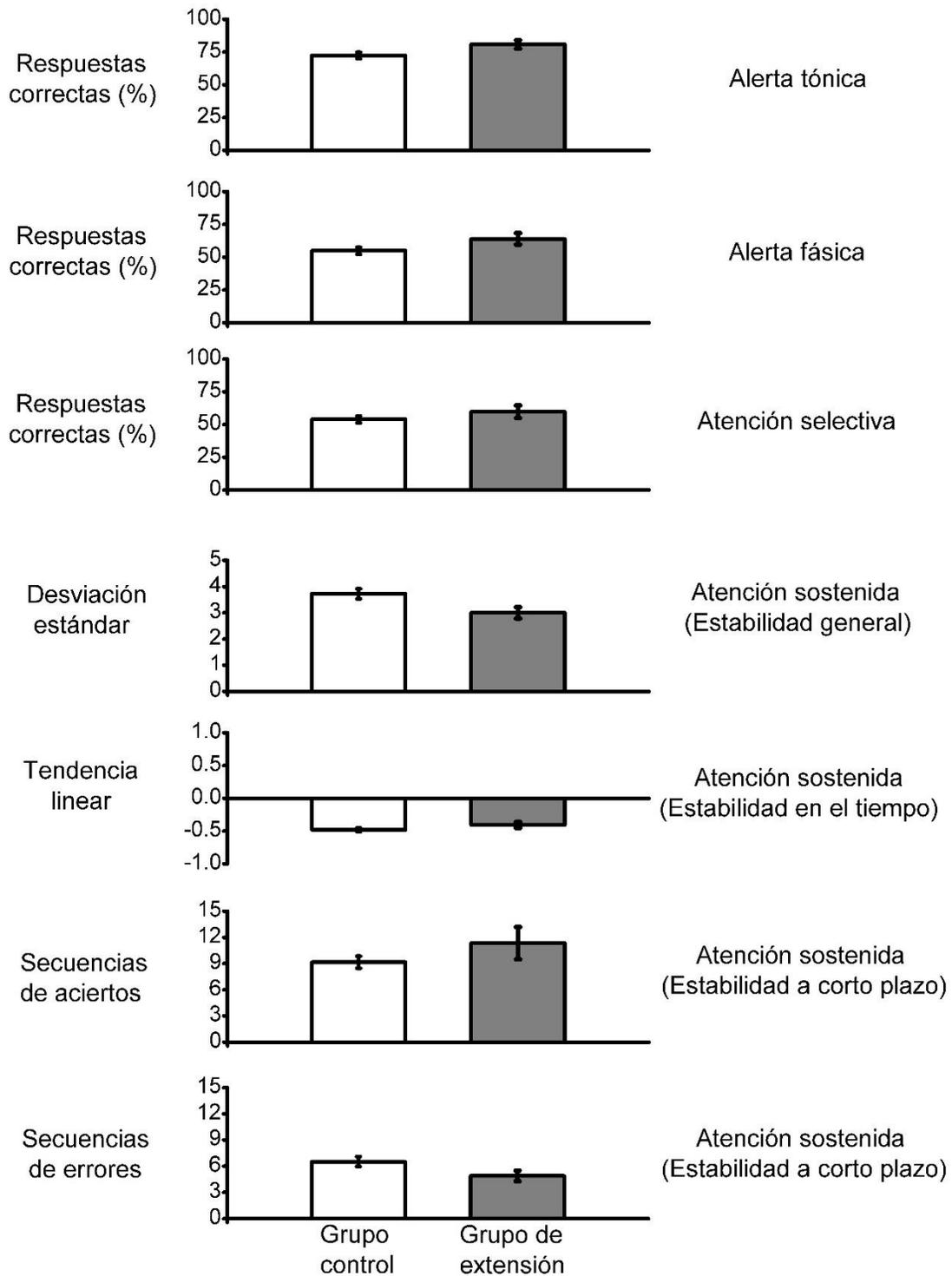


Figura 14. Promedio general y error estándar de los indicadores de alerta tónica, alerta fásica, atención selectiva y atención sostenida en la tarea de ejecución continua. El grupo control se representa en las barras blancas, el grupo de extensión del dormir en barras grises. No se encontraron diferencias significativas entre grupos en ningún componente.

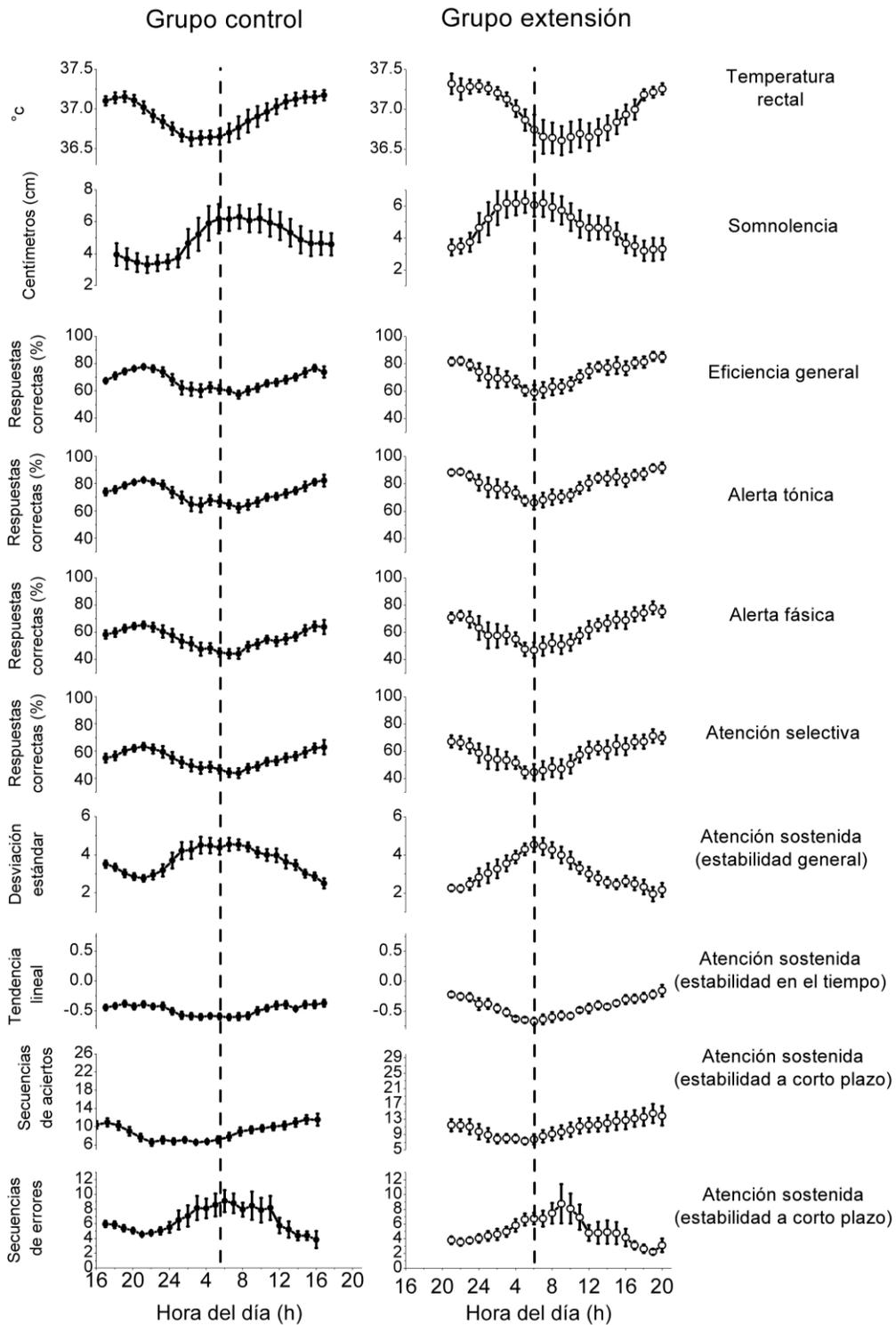


Figura 15. Promedio y error estándar de los indicadores de alerta tónica, alerta fásica, atención selectiva y sostenida en la tarea de ejecución continua del grupo control y de extensión del dormir. En esta gráfica se observan las últimas 24 horas del registro. Los valores están suavizados con medias móviles de tres y sin tendencia lineal. No se encontraron diferencias significativas entre grupos en ningún indicador.

V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

En esta investigación se analizaron los efectos de la extensión del dormir en los componentes de la atención desde dos factores: el factor homeostático y el factor circadiano (Borbély, 1982). A continuación se discutirán los resultados más importantes.

Variaciones homeostáticas en los componentes de la atención

En este estudio se encontraron variaciones homeostáticas en los cuatro componentes de la atención con la extensión del dormir. De acuerdo con los resultados, los componentes de la atención disminuyeron a medida que los participantes permanecieron más tiempo despiertos. La disminución en los componentes de la atención durante el día se observó tanto en los participantes del grupo control, quienes durmieron 8 horas como en los participantes que extendieron el dormir. De acuerdo con lo anterior, el aumentar la duración del dormir no mejora el rendimiento al siguiente día. En otros estudios se ha comentado que esto puede deberse a que en las noches de la extensión del dormir aumenta la duración de las etapas de sueño ligero (etapa 1 y 2), pero no la duración de las etapas de sueño profundo (etapa 3 y 4) que se relacionan con el descanso (Dijk et al., 1991; Harrison y Horne, 1996; Taub y Berger, 1973).

Estos resultados concuerdan con los estudios que no observan mejoría con la extensión del dormir. Un estudio que no observa diferencias con la extensión del dormir es el de Arnal y cols. (2016), estos autores evaluaron el desempeño físico

de dos grupos: un grupo que durmió 8 horas y uno que durmió 10 horas, después de una noche de privación. En este estudio, encontraron que, en ambos grupos, el rendimiento después de la privación disminuyó de manera similar. Otro estudio que no observa mejoría con la extensión del dormir es el de Famodu y cols. (2017), estos autores evaluaron el nivel de alerta con una tarea de tiempo de reacción y tampoco encontraron mejoría después de que los participantes extendieran su dormir a 10 horas durante una semana (Arnal et al., 2015; Famodu et al., 2017).

Esto significa que, si bien el reducir el dormir tiene efectos negativos sobre el rendimiento en las tareas que dependen de la atención, el aumentar el dormir a 10 horas no agrega o no aporta algún beneficio en el rendimiento de estas tareas, ni reduce la somnolencia de las personas.

Los resultados de esta tesis contradicen otros estudios que observan que con la extensión del dormir el rendimiento físico y los procesos cognitivos disminuyen (Arnal et al., 2016; Dewald-Kaufmann et al., 2013) o mejorar en comparación a cuando las personas duermen 8 horas (Alger et al., 2020; Arnal et al., 2015; Mah et al., 2011; Ritland et al., 2019). Sin embargo, estas diferencias se pueden explicar por la cantidad de registros que se llevan a cabo para evaluar los efectos homeostáticos de la extensión del dormir. En la mayoría de los estudios aplican un sola tarea cognitiva o prueba durante la mañana (Dewald-Kaufmann et al., 2013; Mah et al., 2011; Taub y Berger, 1969). Al utilizar una sola aplicación durante la mañana, estos protocolos no permiten conocer como es la caída de la ejecución en el transcurso del día.

Una diferencia importante entre los resultados de esta tesis y de otros estudios sobre extensión del dormir y atención, es que en otros estudios sólo evalúan algunos componentes de la atención de manera aislada. Por ejemplo, algunos de los primeros estudios evaluaron la atención a través de tareas de vigilancia psicomotora donde los participantes debían que responder a un sonido que aparecía de manera aleatoria en un periodo de tiempo, es decir, solamente evaluaron la alerta tónica (Famodu et al., 2017; Mah et al., 2011; Swinbourne et al., 2018). Otras investigaciones aplicaron pruebas donde los participantes debían responder a un sonido diferente a lo largo de la tarea, es decir, solamente evaluaron la atención selectiva (Taub y Berger, 1969). En esta tesis se utilizó una tarea de ejecución continua que permite analizar todos los componentes de la atención. Esta tarea, se basa en un modelo neuropsicológico en el que cada componente de la atención que evalúa se relaciona con un grupo de estructuras cerebrales. Lo cual permite conocer que en todos los componentes de la atención las variaciones homeostáticas y circadianas no cambiaron con la extensión del dormir (Posner y Rafal, 1987; Valdez, 2019a).

Sin embargo, es importante que en estudios futuros se analicen los efectos de la extensión del dormir en otros procesos cognitivos y sus componentes, por ejemplo, la memoria y las funciones ejecutivas, para conocer si en estos se presentan diferencias en las variaciones homeostáticas y circadianas al extender el dormir ya que además de la atención nuestro rendimiento depende de estos procesos.

Variaciones circadianas en los componentes de la atención

Los estudios previos sobre la extensión del dormir se enfocan únicamente en analizar los efectos que se tiene al despertar al día siguiente o en un momento específico, sin embargo, no han documentado si al aumentar la duración del dormir se modifican los ritmos circadianos de los componentes de la atención y si hay diferencias en su fase.

Taub y Berger (1973) compararon el rendimiento de personas que durmieron 8 h y 10 h en 3 momentos del día (al despertar, durante las 12:30 y 17:30 h). Sin embargo, tres aplicaciones no son suficientes para determinar si hay variaciones circadianas en el rendimiento cuando las personas extienden su dormir. A diferencia del estudio de Taub y Berger, en esta tesis se realizó un protocolo de rutina constante donde se eliminaron los sincronizadores externos y se evaluó a los participantes cada hora.

En esta tesis se encontraron variaciones circadianas en los cuatro componentes de la atención, lo que significa que la ejecución de los participantes se afectó por la hora del día. La batifase o momento en el que se presentan los niveles más bajos de ejecución de los cuatro componentes de la atención fue durante la madrugada, entre las 04:00-08:00 h, este hallazgo es similar a la batifase de la temperatura corporal. En ese momento, los participantes reportaron mayor somnolencia y cansancio.

Por otra parte, no hubo diferencias significativas entre los grupos al comparar la batifase de la temperatura corporal, ni la batifase de los componentes de la

atención. Esto indica que aun cuando las personas duerman más, durante las horas de la madrugada siguen siendo susceptibles a cometer una mayor cantidad de errores. De tal forma que en estas condiciones, el aumentar dos horas la duración del dormir podría no representar cambios o modificaciones en el funcionamiento de las estructuras del sistema nervioso cuyas funciones se relacionan con los ritmos circadianos.

Implicaciones teóricas

Los resultados reportados en esta tesis se relacionan con el estudio de los ritmos biológicos, específicamente con el campo cronobiología y con la psicología cognitiva.

En el campo de la cronobiología, los resultados de esta tesis respaldan a la teoría bifactorial propuesta por Borbély (1982). De acuerdo con esta teoría, el factor homeostático se presenta cuando los componentes de la atención disminuyen a lo largo del día por la privación del dormir. Y el factor circadiano, se presenta cuando la ejecución de la atención tiene niveles muy bajos, de acuerdo con los resultados de esta tesis, la batifase de ejecución se encuentran entre las 04:00-08:00 h. Los resultados encontrados en esta tesis, en el factor circadiano son similares a los de Valdez (2019a) quién encontró que la batifase de los componentes de la atención se presentan a la misma hora en personas que durmieron 8 horas (Valdez, 2019a).

De acuerdo con lo anterior, al extender el dormir se mantiene la sincronización entre el ritmo circadiano de la temperatura corporal y el ritmo circadiano de los

componentes de la atención.

Por otra parte, esta tesis aporta información al campo de la psicología cognitiva con el análisis homeostático de los componentes de la atención. Debido a que se evalúa el rendimiento de cada uno de los componentes de la atención durante el día y la forma en la que disminuye el rendimiento de éstos.

Implicaciones prácticas

Algunas de las implicaciones prácticas de los resultados de esta investigación pueden aplicarse en el ámbito laboral, educativo y de salud. A continuación, se describirán algunos de ellos.

En el ámbito laboral, una gran cantidad de personas tiene actividades durante el turno nocturno: el personal de salud, médicos y enfermeras, o quienes maniobran maquinaria en fábricas o se dedican a transportar mercancía. Las personas con un turno nocturno podrían intentar dormir más horas la noche anterior a su horario de actividades. Sin embargo, de acuerdo con los resultados de esta tesis, aún y cuando las personas duerman más, en el transcurso del día los componentes de la atención disminuirán de manera similar en comparación con las noches en las que duermen 8 horas. Por otra parte, con la extensión del dormir no evitarán que el peor momento de los componentes de la atención se presente, es decir ocurrirá entre las 04:00 y las 06:00 h, por lo que los trabajadores que se encuentran en el turno nocturno son susceptibles a cometer errores y a tener accidentes graves en la madrugada. Los errores se reflejarán en las actividades que llevan a cabo en su trabajo, al manipular maquinaria, responden a algún indicador, o cuando se

mantienen realizando una actividad monótona durante todo el turno, cuando conducen y deben frenar desde que aparece la luz amarilla.

Por otra parte, en el ámbito de la educación se pueden explicar los efectos de reducir el dormir después de haber extendido el mismo. Sin embargo, los días que regresan a clases después de dormir más las variaciones homeostáticas y circadianas de su atención no cambiaría. De acuerdo con los resultados de esta tesis sobre el factor circadiano, la atención de los estudiantes se podría disminuir a lo largo de la jornada. Específicamente, los estudiantes del turno matutino que se levantan entre las 05:00-07:00 h, pueden estar en peor momento para prestar atención y comprender sus clases. Además, los alumnos se podrían exponer a accidentes o cometer errores cuando se dirigen a la escuela, ya sea si conducen un automóvil o abordan el transporte público.

En el ámbito de la salud, algunos artículos plantean que la extensión del dormir se puede utilizar como tratamiento. Cremone-Caira y colaboradores (2020) comparó la inhibición cognitiva antes y después de un protocolo de extensión del dormir, en el que adelantó la hora de inicio de dormir 1.5 horas en dos grupos, un grupo de niños sin ningún diagnóstico y en un grupo de niños con diagnóstico de TDAH. Esta investigación encontró que los pacientes con TDAH tuvieron una mejoría significativa en su rendimiento después de la extensión del dormir. Sin embargo, en este estudio los participantes lograron aumentar solo 52 minutos la duración de su dormir, por lo que no se definió con claridad los criterios de extensión, además sólo se evaluó la inhibición cognitiva en dos ocasiones, durante la mañana y la tarde (Cremone-Caira et al., 2020).

Limitaciones y recomendaciones para estudios futuros

Una de las principales dificultades que reportan los estudios que analizan la extensión del dormir es que los participantes no logran aumentar la duración de su dormir (Harrison y Horne, 1996; Roehrs et al., 1989). Al igual que en estos estudios, en esta tesis se incluyó en la muestra final a la mitad de los participantes registrados, ya que los demás no pudieron aumentar la duración de su dormir, es decir, durmieron la misma cantidad de horas en los días de entre semana que en la condición de extensión del dormir. Estos resultados se pueden relacionar con las metodologías que se usan para extender el dormir de los participantes. En la mayoría de los estudios se les asigna el horario en el que deben de dormir en la condición de extensión, sin embargo, el dormir es un proceso que presenta límites para adelantar su fase por lo que no todas las personas logran ajustarse si se les pide dormirse muy temprano o despertarse más tarde.

En algunos artículos el aumento del dormir es gradual por lo que la fase de extensión puede durar varias semanas, lo que dificulta que los participantes cumplan con el protocolo y abandonen el estudio a mitad del protocolo (Dewald-Kaufmann et al., 2013). En otros estudios, se les indica a los participantes que se duerman dos horas más temprano, sin embargo, esto produce un aumento en la latencia del dormir, disminuye la calidad del sueño e implica una disminución en su rendimiento al día siguiente (Arnal et al., 2015; Mantua et al., 2019; Taub et al., 1971). Finalmente, en otros estudios se mantiene la hora de dormir y se les pide a los participantes que permanezcan acostados hasta que cumplan con un tiempo en cama de 10 horas, el problema con estas metodologías es que en sus estudios

han reportado que algunos participantes no permanecen dormidos durante todas las 10 horas, algunos se despiertan y se quedan despiertos en la cama durante el resto del tiempo (Dijk et al., 1991; Verdone, 1968). Para resolver este conflicto a los participantes de este estudio se les permitió que eligieran la forma de extender su dormir, ya sea que se durmieran más temprano o que se levantaran más tarde, pero que cumplieran con las 10 horas de extensión del dormir. No se encontraron diferencias en los efectos de la extensión del dormir entre quienes modificaron su horario y se levantaron más tarde o quienes se durmieron más temprano.

Otra limitación en esta investigación fue que los alumnos asistían a clases virtuales y la asistencia de forma presencial fue restringida. De tal forma, que los participantes permanecieron en la fase de extensión en casa y únicamente permanecieron la noche de la fase de rutina constante en el Laboratorio. No obstante, se comprobó que los participantes aumentaron la duración del dormir a través de un registro con un actígrafo, además, se mantuvo el contacto constante con los participantes a través de llamadas telefónicas y por mensajes de texto. En este protocolo no se registró la actividad eléctrica cerebral durante las noches de extensión. Por lo cual, no se comparó la duración de las etapas del sueño de este estudio con los resultados de otros estudios. Por tal motivo, se propone realizar estudios de rutina constante donde se registre la actividad eléctrica cerebral en las noches previas de extensión del dormir, con el registro de la actividad eléctrica para de esta forma analizar la arquitectura del dormir cuando se extiende el dormir y compararlas con otros estudios.

Conclusiones

- Cuando las personas extienden la duración del dormir a 10 horas presentan variaciones homeostáticas en los componentes de la atención, estas variaciones no son diferentes a cuando las personas duermen 8 horas, es decir, el dormir 10 horas no modifica el mecanismo homeostático por lo que la atención no se ve beneficiada.
- Cuando las personas extienden la duración del dormir a 10 horas presentan variaciones circadianas. Además, la batifase, es decir, la hora en la que se ve más afectada su atención es entre las 04:00-08:00 h, al igual que cuando las personas duermen 8 horas, por lo que al modificar el ritmo circadiano del ciclo sueño-vigilia, el ritmo circadiano de la atención, se mantiene sincronizado con el ritmo circadiano de la temperatura.
- El modificar el factor homeostático, al aumentar la duración del dormir, no modifica el factor circadiano. Por lo que estos factores podrían presentar algún grado de independencia.

VI. REFERENCIAS

- Aeschbach, D., Matthews, J. R., Postolache, T. T., Jackson, M. A., Giesen, H. A., y Wehr, T. A. (1999). Two circadian rhythms in the human electroencephalogram during wakefulness. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 277(6), R1771-R1779. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1999.277.6.R1771>
- Alger, S. E., Brager, A. J., Balkin, T. J., Capaldi, V. F., y Simonelli, G. (2020). Effect of cognitive load and emotional valence of distractors on performance during sleep extension and subsequent sleep deprivation. *Sleep*, 43(8), 1-10. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsaa013>
- Alhola, P., y Polo-Kantola, P. (2007). Sleep deprivation: Impact on cognitive performance. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 3(5), 553-567.
- Arendt, J., y Broadway, J. (1987). Light and melatonin as zeitgebers in Man. *Chronobiology International*, 4(2), 273-282. <https://doi.org/10.3109/07420528709078534>
- Arnal, P. J., Lapole, T., Erblang, M., Guillard, M., Bourrilhon, C., Léger, D., Chennaoui, M., y Millet, G. Y. (2016). Sleep extension before sleep loss: Effects on performance and neuromuscular function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(8), 1595-1603. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000925>

- Arnal, P. J., Sauvet, F., Leger, D., van Beers, P., Bayon, V., Bougard, C., Rabat, A., Millet, G. Y., y Chennaoui, M. (2015). Benefits of sleep extension on sustained attention and sleep pressure before and during total sleep deprivation and recovery. *Sleep*, 38(12), 1935-1943.
<https://doi.org/10.5665/sleep.5244>
- Atkinson, G., y Reilly, T. (1996). Circadian variation in sports performance. *Sports Medicine*, 21(4), 292-312. <https://doi.org/10.2165/00007256-199621040-00005>
- Babkoff, H., Caspy, T., Hishikawa, Y., y Mikulincer, M. (1991). Subjective Sleepiness Ratings: The effects of sleep deprivation, circadian rhythmicity and cognitive performance. *Sleep*, 14(6), 534-539.
<https://doi.org/10.1093/sleep/14.6.534>
- Bertelson, P. (1967). The time course of preparation*. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19(3), 272-279.
<https://doi.org/10.1080/14640746708400102>
- Blagrove, M., Alexander, C., y Horne, J. A. (1995). The effects of chronic sleep reduction on the performance of cognitive tasks sensitive to sleep deprivation. *Applied Cognitive Psychology*, 9(1), 21-40.
<https://doi.org/10.1002/acp.2350090103>
- Borbely, A. A. (1982). A two process model of sleep regulation. *Human Neurobiology*, 1(3), 195-204.

- Broadbent, D. E. (1957). A mechanical model for human attention and immediate memory. *Psychological Review*, 64(3), 205-215.
<https://doi.org/10.1037/h0047313>
- Corsi, M. (1983). *Psicofisiología del sueño*. Trillas.
- Carskadon, M. A., y Dement, W. C. (1981). Cumulative effects of sleep restriction on daytime sleepiness. *Psychophysiology*, 18(2), 107-113.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1981.tb02921>.
- Carskadon, M. y Dement, W. (2011). Chapter 2 – Normal human sleep: An overview. En *Principles and practice of sleep medicine* (5.^a ed., pp. 16-26). Elsevier Saunders.
- Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 25(5), 975-979. <https://doi.org/10.1121/1.1907229>
- Cluydts, R., De Valck, E., Verstraeten, E., y Theys, P. (2002). Daytime sleepiness and its evaluation. *Sleep Medicine Reviews*, 6(2), 83-96.
<https://doi.org/10.1053/smrv.2002.0191>
- Cohen, R. A. (1993). *The Neuropsychology of Attention*. Springer US.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7463-1>

- Cremonese-Caira, A., Root, H., Harvey, E. A., McDermott, J. M., y Spencer, R. M. C. (2020). Effects of sleep extension on inhibitory control in children with ADHD: A pilot study. *Journal of attention disorders*, 24(4), 601-610. <https://doi.org/10.1177/1087054719851575>
- Curcio, G., Casagrande, M., y Bertini, M. (2001). Sleepiness: Evaluating and quantifying methods. *International Journal of Psychophysiology*, 41(3), 251-263. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(01\)00138-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(01)00138-6)
- del Ángel, J., Cortez, J., Juárez, D., Guerrero, M., García, A., Ramírez, C., y Valdez, P. (2015). Effects of sleep reduction on the phonological and visuospatial components of working memory. *Sleep Science*, 8(2), 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.slsci.2015.06.001>
- Dement, W. C. (2005). Sleep Extension: Getting as much extra sleep as possible. *Clinics in Sports Medicine*, 24(2), 251-268. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2004.12.014>
- Dewald-Kaufmann, J. F., Oort, F. J., y Meijer, A. M. (2013). The effects of sleep extension on sleep and cognitive performance in adolescents with chronic sleep reduction: An experimental study. *Sleep Medicine*, 14(6), 510-517. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2013.01.012>
- Dijk, D.-J., Cajochen, C., Tobler, I., y Borbély, A. A. (1991). Sleep extension in humans: Sleep stages, EEG power spectra and body temperature. *Sleep*, 14(4), 294-306. <https://doi.org/10.1093/sleep/14.4.294>

Duffy, J. F., y Dijk, D. J. (2002). Getting through to circadian oscillators: Why use constant routines? *Journal of Biological Rhythms*, 17(1), 4-13.

<https://doi.org/10.1177/074873002129002294>

Eysenck, M. W., y Keane, M. T. (2015). *Cognitive psychology: A student' handbook* (7.^a ed.). Psychology Press.

<https://doi.org/10.4324/9781315778006>

Famodu, O., Montgomery-Downs, H., Thomas, J., Gilleland, D., Bryner, R., y Olfert, M. (2017). Impact of a single week of sleep extension on performance, mood and nutrition among female college track athletes.

Sleep, 40(suppl_1), A32. <https://doi.org/10.1093/sleepj/zsx050.082>

Fischer, F. M., Bruni, A. C., Berwerth, A., Moreno, C. R. C., Fernandez, R. L., y Riviello, C. (1997). Do weekly and fast-rotating shiftwork schedules differentially affect duration and quality of sleep? *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 69(5), 354-360.

<https://doi.org/10.1007/s004200050160>

Gallegos, C., García, A., Ramírez, C., Borrani, J., Azevedo, C. V. M., y Valdez, P. (2019). Circadian and homeostatic modulation of the attentional blink.

Chronobiology International, 36(3), 343-352.

<https://doi.org/10.1080/07420528.2018.1543315>

- García, A., Angel, J. D., Borrani, J., Ramírez, C., y Valdez, P. (2021). Sleep deprivation effects on basic cognitive processes: Which components of attention, working memory, and executive functions are more susceptible to the lack of sleep? *Sleep Science*, 14(2), 107-118.
<https://doi.org/10.5935/1984-0063.20200049>
- García, A., Ramírez, C., y Valdez, P. (2010). Circadian variations in the capacity to adjust behavior to environmental changes. *Sleep Science*, 3(1), 56-60.
- Gillette, M. U., y Tischkau, S. A. (1999). Suprachiasmatic nucleus: The brain's circadian clock. *Recent Progress in Hormone Research*, 54, 33-58; discussion 58-9.
- Harrison, Y., y Horne, J. A. (1996). Long-term extension to sleep -Are we really chronically sleep deprived? *Psychophysiology*, 33(1), 22-30.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1996.tb02105.x>
- Hartmann, E. (1973). Sleep Requirement: Long Sleepers, Short Sleepers, Variable Sleepers, and Insomniacs. *Psychosomatics*, 14(2), 95-103.
[https://doi.org/10.1016/S0033-3182\(73\)71362-1](https://doi.org/10.1016/S0033-3182(73)71362-1)
- Herbert, J. (1994). The suprachiasmatic nucleus. The mind's clock. *Journal of Anatomy*, 184(Pt 2), 431.
- Hobson, J. A., Stickgold, R., y Pace-Schott, E. F. (1998). The neuropsychology of REM sleep dreaming. *NeuroReport*, 9(3), R1-R14.

- Horne, J. A., y Östberg, O. (1976). A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *International Journal of Chronobiology*, 4, 97-110.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology* (Vol 1). Cosimo, Inc.
- Johns, M. W. (1991). A New Method for Measuring Daytime Sleepiness: The Epworth Sleepiness Scale. *Sleep*, 14(6), 540-545.
<https://doi.org/10.1093/sleep/14.6.540>
- Kamdar, B. B., Kaplan, K. A., Kezirian, E. J., y Dement, W. C. (2004). The impact of extended sleep on daytime alertness, vigilance, and mood. *Sleep Medicine*, 5(5), 441-448. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2004.05.003>
- Kirmil-Gray, K., Eagleston, J. R., Gibson, E., y Thoresen, C. E. (1984). Sleep disturbance in adolescents: Sleep quality, sleep habits, beliefs about sleep, and daytime functioning. *Journal of Youth and Adolescence*, 13(5), 375-384. <https://doi.org/10.1007/BF02088636>
- Krueger, G. P. (1989). Sustained work, fatigue, sleep loss and performance: A review of the issues. *Work & Stress*, 3(2), 129-141.
<https://doi.org/10.1080/02678378908256939>
- Kryger, M. H., Roth, T., y Goldstein, C. A. (2021). *Principles and Practice of Sleep Medicine*. Elsevier Health Sciences.

Lee, A., y Galvez, J. C. (2012). Jet lag in athletes. *Sports Health*, 4(3), 211-216.
<https://doi.org/10.1177/1941738112442340>

Lewy, A., Wehr, T., Goodwin, F., Newsome, D., y Markey, S. (1981). Light suppresses melatonin secretion in humans. *Science (New York, N. Y.)*, 210, 1267-1269. <https://doi.org/10.1126/science.7434030>

Mackworth, J. F. (1964). Performance decrement in vigilance, threshold, and high-speed perceptual motor tasks. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, 18(3), 209-223.
<https://doi.org/10.1037/h0083302>

Macnish, R. (1834). *The Philosophy of Sleep*. D. Appleton.

Mah, C. D., Mah, K. E., Kezirian, E. J., y Dement, W. C. (2011). The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players. *Sleep*, 34(7), 943-950. <https://doi.org/10.5665/SLEEP.1132>

Malpoux, B., Migaud, M., Tricoire, H., y Chemineau, P. (2001). Biology of mammalian photoperiodism and the critical role of the pineal gland and melatonin. *Journal of Biological Rhythms*, 16(4), 336-347.
<https://doi.org/10.1177/074873001129002051>

Mantua, J., Skeiky, L., Prindle, N., Trach, S., Doty, T. J., Balkin, T. J., Brager, A. J., Capaldi, V. F., y Simonelli, G. (2019). Sleep extension reduces fatigue in healthy, normally-sleeping young adults. *Sleep Science*, 12(1).
<https://doi.org/10.5935/1984-0063.20190056>

- Minors, D. S., y Waterhouse, J. M. (1984). The use of constant routines in unmasking the endogenous component of human circadian rhythms. *Chronobiology International*, 1(3), 205-216. <https://doi.org/10.3109/07420528409063897>
- Mistlberger, R. E., y Skene, D. J. (2004). Social influences on mammalian circadian rhythms: Animal and human studies. *Biological Reviews*, 79(3), 533-556. <https://doi.org/10.1017/S1464793103006353>
- Monk, T. H., Buysse, D. J., y Rose, L. R. (1999). Wrist actigraphic measures of sleep in space. *Sleep*, 22(7), 948-954. <https://doi.org/10.1093/sleep/22.7.948>
- Napierala, M. A. (2012). What is the Bonferroni correction? *AAOS Now*, 40-41.
- Oswald, I., Taylor, A. M., y Treisman, M. (Nakazawa, Y., Kotorii, M., Ohshima, M., Kotorii, T., y Hasuzawa, H. (1978). Changes in Sleep Pattern After Sleep Deprivation. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 32(1), 85-93. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1819.1978.tb02782.x>
- Oswald, I. A. N., Taylor, A. M., y Treisman, M. (1960). Discriminative responses to stimulation during human sleep. *Brain*, 83(3), 440-453. <https://doi.org/10.1093/brain/83.3.440>
- Posner, M. I., y Boies, S. J. (1971). Components of attention. *Psychological Review*, 78(5), 391-408. <https://doi.org/10.1037/h0031333>

- Posner, M., y Rafal, R. (1987). Cognitive theories of attention and the rehabilitation of attentional deficits. En M. Meier, A. Benton, y L. Diller (Eds.), *Neuropsychological rehabilitation* (pp. 182–201). Guilford Press.
- Ramírez, C., García, A., y Valdez, P. (2012). Identification of circadian rhythms in cognitive inhibition and flexibility using a Stroop task. *Sleep and Biological Rhythms*, 10(2), 136-144. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8425.2012.00540.x>
- Ramírez, C., Nevárez, C., y Valdéz, P. (1994). Efectos psicofisiológicos de la eliminación del horario de verano en una población nunca antes expuesta a éste. *Salud Mental*, 17(4), Article 4.
- Reynolds, A. C., y Banks, S. (2010). Total sleep deprivation, chronic sleep restriction and sleep disruption. En G. A. Kerkhof y H. P. A. van Dongen (Eds.), *Progress in Brain Research* (Vol. 185, pp. 91-103). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53702-7.00006-3>
- Richardson, G. S., Carskadon, M. A., Orav, E. J., y Dement, W. C. (1982). Circadian variation of sleep tendency in elderly and young adult subjects. *Sleep*, 5(suppl_2), S82-S94. <https://doi.org/10.1093/sleep/5.S2.S82>
- Ritland, B. M., Simonelli, G., Gentili, R. J., Smith, J. C., He, X., Mantua, J., Balkin, T. J., y Hatfield, B. D. (2019). Effects of sleep extension on cognitive/motor performance and motivation in military tactical athletes. *Sleep Medicine*, 58, 48-55. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2019.03.013>

- Roehrs, T., Timms, V., Zwyghuizen-Doorenbos, A., y Roth, T. (1989). Sleep extension in sleepy and alert normals. *Sleep*, 12(5), 449-457. <https://doi.org/10.1093/sleep/12.5.449>
- Roenneberg, T. (2012). What is chronotype? Preface. *Sleep and Biological Rhythms*, 10(2), 75-76. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8425.2012.00541.x>
- Roth, T. (2004). Characteristics and Determinants of Normal Sleep. *Journal of Clinical Psychiatry*, 65(Suppl 16), 8-11.
- Smith, M. T., McCrae, C. S., Cheung, J., Martin, J. L., Harrod, C. G., Heald, J. L., y Carden, K. A. (2018). Use of actigraphy for the evaluation of sleep disorders and circadian rhythm sleep-wake disorders: An American Academy of Sleep Medicine Clinical practice guideline. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 14(7), 1231-1237. <https://doi.org/10.5664/jcsm.7230>
- Step toe, A., Peacey, V., y Wardle, J. (2006). Sleep duration and health in young adults. *Archives of Internal Medicine*, 166(16), 1689-1692. <https://doi.org/10.1001/archinte.166.16.1689>
- Swinbourne, R., Miller, J., Smart, D., Dulson, D., y Gill, N. (2018). The effects of sleep extension on sleep, performance, immunity and physical stress in Rugby Players. *Sports*, 6(2), 42. <https://doi.org/10.3390/sports6020042>
- Taub, J. M. (1980). Effects of ad lib extended-delayed sleep on sensorimotor performance, memory and sleepiness in the young adult. *Physiology & Behavior*, 25(1), 77-87. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(80\)90185-7](https://doi.org/10.1016/0031-9384(80)90185-7)

- Taub, J. M., y Berger, R. J. (1969). Extended sleep and performance: The rip Van Winkle effect. *Psychonomic Science*, 16(4), 204-205.
<https://doi.org/10.3758/BF03336380>
- Taub, J. M., y Berger, R. J. (1973). Performance and mood following variations in the length and timing of sleep. *Psychophysiology*, 10(6), 559-570.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1973.tb00805.x>
- Taub, J. M., Globus, G. G., Phoebus, E., y Drury, R. (1971). Extended sleep and performance. *Nature*, 233(5315), 142-143.
<https://doi.org/10.1038/233142a0>
- Treisman, Anne. M. (1964). Selective attention in man. *British Medical Bulletin*, 20(1), 12-16. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.bmb.a070274>
- Valdez, P. (2015). Cronobiología. Respuestas psicofisiológicas al tiempo. México: Trillas.
- Valdez, P. (2019). Circadian rhythms in attention. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 92(1), 81-92.
- Valdez, P. (2019). Homeostatic and circadian regulation of cognitive performance. *Biological Rhythm Research*, 50(1), 85-93.
<https://doi.org/10.1080/09291016.2018.1491271>

- Valdez, P., Ramírez, C., y García, A. (1996). Delaying and extending sleep during weekends: sleep recovery or circadian effect? *Chronobiology International*, 13(3), 191-198. <https://doi.org/10.3109/07420529609012652>
- Valdez, P., Ramírez, C., García, A., Talamantes, J., Armijo, P., y Borrani, J. (2005). Circadian rhythms in components of attention. *Biological Rhythm Research*, 36(1-2), 57-65. <https://doi.org/10.1080/09291010400028633>
- Valdez, P., Ramírez, C., García, A., Talamantes, J., y Cortez, J. (2010). Circadian and homeostatic variation in sustained attention. *Chronobiology International*, 27(2), 393-416. <https://doi.org/10.3109/07420521003765861>
- Valdez, P., Ramírez, y García, A. (2012). Circadian rhythms in cognitive performance: Implications for neuropsychological assessment. *ChronoPhysiology and Therapy*, 81. <https://doi.org/10.2147/CPT.S32586>
- Valdez Ramírez, P., Ramírez Tule, C., García García, A., y Talamantes López, J. (2009). Ritmos circadianos en la eficiencia para responder en una prueba de ejecución continua. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 35(1). <https://doi.org/10.5514/rmac.v35.i1.399>
- van de Velde, M., van Erp, G., y Cluitmans, P. J. M. (1998). Detection of muscle artefact in the normal human awake EEG. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 107(2), 149-158. [https://doi.org/10.1016/S0013-4694\(98\)00052-2](https://doi.org/10.1016/S0013-4694(98)00052-2)

Verdone, P. (1968). Sleep satiation: Extended sleep in normal subjects. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 24(5), 417-423. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(68\)90101-6](https://doi.org/10.1016/0013-4694(68)90101-6)

Williams, R. L., Agnew, H. W., y Webb, W. B. (1964). Sleep patterns in young adults: An EEG study. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 17(4), 376-381. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(64\)90160-9](https://doi.org/10.1016/0013-4694(64)90160-9)

VII. ANEXOS

Anexo 1. Carta de consentimiento informado

Monterrey, N.L a: _____ de _____

Por medio de la presente hago constar que estoy enterado de los objetivos que persigue la investigación: **“Variaciones homeostáticas y circadianas en la atención con la extensión del dormir”**, así como la forma en que se llevará a cabo. Además, manifiesto que participo en este estudio de manera voluntaria y sin compromiso.

El firmar esta carta no establece ningún tipo de obligación, solo significa que estoy enterado (a) y acepto participar voluntariamente en la investigación mencionada.

Nombre del colaborador (a)

Firma del colaborador (a)

Anexo 2. Carta de autorización para padres

Estimado padre de familia

Presente.-

Por medio de la presente me permito saludarle y a la vez informarle que invitamos a su hijo(a) a participar en el estudio "Variaciones homeostáticas y circadianas en la atención con la extensión del dormir". Sin embargo, requerimos de su consentimiento para que su hijo(a) pueda participar en el mismo. El protocolo de este estudio implica que su hijo(a) asistirá al Laboratorio de Psicofisiología, Fac.de Psicología, UANL, a lo largo de día (mañana, tarde y noche). El horario al que asistirá su hijo(a) será programado con anticipación entre el 29 de enero al 07 de abril del año en curso.

Si usted está de acuerdo en que su hijo(a) participe en esta actividad le agradecemos firme la autorización siguiente:

Estoy de acuerdo en que mi hijo(a) _____
participe en el estudio: "Sueño y atención en estudiantes universitarios"

Nombre del padre o 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
"Alere Flammam Veritatis"
Monterrey, N.L., 08 de febrero del 2022

Dr. Jorge Benjamín Borrani Valdés
Coordinador del laboratorio
de Psicofisiología

Tel. Cel. 811517-1548
ccp. Archivo

Anexo 3. Cuestionario de Datos generales

Fecha: _____

Datos generales del estudiante

Nombre: _____ **Fecha de nacimiento:** _____ **Edad:** _____ años

Sexo: Masculino__ Femenino__ **Diestro** __Zurdo __Ambidiestro__

Estatura: ____m **Peso:** ____ kg

Escolaridad (coloque los **años** completos cursados):

Kínder:____ Primaria:____ Secundaria:____ Preparatoria:____ Profesional:____

Escuela: _____ **Semestre:** _____ **Grupo:** _____

Turno: _____ **Teléfono:** _____ **casa:** _____ **Tel.**

Celular _____

E-mail: _____

Horario de clases

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

Si actualmente realiza alguna actividad con horario fijo (clases, ejercicio, trabajo, etc.), especifique cual(es), que días de la semana y a qué horas.

Actividad: _____ Días: _____ Horario: _____
Actividad: _____ Días: _____ Horario: _____
Actividad: _____ Días: _____ Horario: _____

Antecedentes médicos

1. ¿Tuvo dificultades para respirar al nacer? Sí: ___ No: ___ ¿Por cuánto tiempo?
_____ minutos
2. ¿Ha tenido enfermedades graves? Sí: ___ No: ___
¿Cuáles?
Enfermedad: _____ Edad: _____
Enfermedad: _____ Edad: _____
Enfermedad: _____ Edad: _____
3. ¿Ha tenido algún accidente grave? Sí: ___ No: ___
¿Cuáles?
Accidente: _____ Edad: _____
Accidente: _____ Edad: _____
Accidente: _____ Edad: _____
4. ¿Ha perdido la conciencia (desmayo) por más de 30 minutos? Sí: ___ No: ___
Edad: _____
5. ¿Ha estado hospitalizado? Sí: ___ No: ___ Edad: _____
¿Por cuánto tiempo? _____
Motivo:

6. ¿Ha tomado medicamentos por un período prolongado (meses)? Sí: ___ No: ___
¿Cuáles?
Edad: ___ Medicamento: _____ Número de meses:

Edad: ___ Medicamento: _____ Número de meses:

7. ¿Ha consumido alguna droga? Sí: ___ No: ___ Desde qué edad: _____ Las consume
actualmente: Sí: ___ No: ___
Especifique cuál o cuáles:

8. ¿Ha tenido o tiene algún trastorno en el desarrollo (déficit de atención, trastorno de
aprendizaje)? Sí ___ No ___
Edad: ___ Trastorno: _____
Edad: ___ Trastorno: _____

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 4. Autoevaluación de la fase circadiana

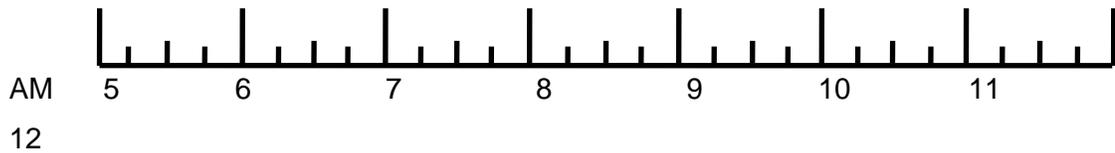
Nombre: _____ Fecha: _____

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 dependo

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?

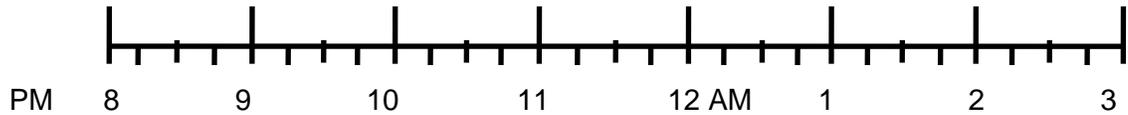
En muy buena forma

En buena forma

Sería difícil

Sería muy difícil

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



11. Si desease 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

Anexo 5. Trastornos 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?							

Anexo 6. Cuestionario de hábitos del dormir

Nombre: _____ Fecha: _____

Indicaciones: Conteste cada pregunta cuidadosamente de acuerdo a sus actividades de una semana normal reciente, es decir, que no haya viajado, tomado vacaciones ni haya tenido un problema familiar.

Medianoche = 12:00AM

Mediodía = 12:00 PM

1. La noche anterior a un día de trabajo o escuela ¿A qué hora se ACUESTA A DORMIR? (cuando ya está en la cama tratando de quedarse dormido).

ACOSTARSE EN DÍA DE TRABAJO-ESCUELA

	Horas	Minutos	PM	AM
Generalmente				
Lo más temprano				
Lo más tarde				

2. La noche anterior a un día de descanso (fin de semana) ¿A qué hora se ACUESTA A DORMIR? (cuando ya está en la cama tratando de quedarse dormido).

ACOSTARSE EN DÍA DE DESCANSO (FIN DE SEMANA)

	Horas	Minutos	PM	AM
Generalmente				
Lo más temprano				
Lo más tarde				

3. Un día de trabajo o escuela ¿A qué hora se LEVANTA? (cuando ya está fuera de la cama y empieza sus actividades).

LEVANTARSE EN DÍA DE TRABAJO-ESCUELA

	Horas	Minutos	PM	AM
Generalmente				
Lo más temprano				
Lo más tarde				

4. Un día de descanso (fin de semana) ¿A qué hora se LEVANTA? (Cuando ya está fuera de la cama y empieza sus actividades).

LEVANTARSE EN DÍA DE DESCANSO (FIN DE SEMANA)

	Horas	Minutos	PM	AM
Generalmente				
Lo más temprano				
Lo más tarde				

5. Generalmente cuánto tiempo tarda en quedarse dormido a partir de que empieza a intentarlo:

_____ Minutos.

6. Generalmente cuánto tiempo permanece despierto en la noche cuando se interrumpe su dormir (por ejemplo, para ir al baño): _____ Minutos.

7. Marque con una X los días que toma siesta:

Ninguno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Todos
---------	-------	--------	-----------	--------	---------	--------	---------	-------

8. ¿Generalmente por cuánto tiempo duerme siesta? Horas_____ Minutos_____

9. ¿Generalmente a qué hora duerme la siesta? _____

Anexo 7. Escala de somnolencia de Epworth

Instrucciones:

1. Señala que tan probable es que dormites o te quedes dormido en las situaciones que se mencionan en la tabla, no incluyas cuando te sientes solamente cansado.
2. Contesta de acuerdo con tu vida cotidiana reciente.
3. Si no realizaste algunas de estas actividades, trata de responder como si te hubieran ocurrido.
4. Elige la probabilidad *más apropiada* para cada situación, usando la escala que se presenta a continuación:

	Situación	Probabilidad de dormir			
		No dormiría	Poca probabilidad de dormir	Moderada probabilidad de dormir	Alta probabilidad de dormir
1	Sentado y leyendo				
2	Viendo Televisión				
3	Sentado, inactivo en un lugar público (teatro, conferencia)				
4	Siendo acompañante en un carro por una hora sin parar				
5	Recostado descansando en la tarde, cuando las circunstancias lo permiten				
6	Sentado y platicando con alguien				
7	Sentado en silencio después de comer sin haber ingerido alcohol				
8	En un carro, mientras que se detiene por pocos minutos en el tráfico (semáforo)				

Gracias por su cooperación

Anexo 8. Diario del dormir

Nombre: _____

Fecha: _____

Instrucciones: Escriba la información correspondiente. Recuerde poner **A.M.** o **P.M.** donde corresponda.

¿A qué hora se acostó a **dormir** 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? _____ Tiempo máximo que estuvo despierto _____

Si tomó alguna siesta el día de ayer, especifique:

Hora de inicio: _____

Hora de terminación: _____

¿Utilizó su celular, laptop o tablet en la cama antes de dormir anoche? Si _____ No _____ ¿Cuál? _____

¿Por cuánto tiempo? Especifique en minutos _____

¿Fue el día de hoy a la escuela? No _____ Sí _____

Hora en que llegó a la escuela hoy: _____

Califique lo siguiente de acuerdo con la escala de la derecha.

	Nada	Poco	Regular	Mucho	Demasiado
¿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?					

Si consumió alguno(s) de los siguientes durante el día de ayer, especifique:

	Nombre	Cantidad	¿A qué hora(s) del día?:
Medicamentos			
Refresco de cola o energizantes			
Bebidas alcohólicas			
Cigarros			
Café			
Otras drogas			

Anexo 9. Diario de alimentación

Fecha: _____

Anotar TODOS los alimentos que consuma durante el día desde que se despertó hasta que se acostó.

Favor de incluir detalles acerca de las cantidades e ingredientes de la comida, en caso de ser un producto empacado, incluir marca y contenido.

Comida	Ingredientes	Marca comercial	Cantidad (gramos, mililitros)

Especifique si tiene restricciones alimenticias (alergias, vegetarianismo, etc.):

Anexo 10. Escalas de somnolencia y cansancio

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.

Registrador..... Registro.....

CANSANCIO
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.

Registrador..... Registro.....