PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

"Santa María de los Buenos Aires"

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

Tesis de doctorado

La Antártida como modelo de desincronización circadiana: el impacto del fotoperíodo extremo y la duración del aislamiento sobre parámetros circadianos, la afectividad y el desempeño cognitivo

Lic. Camila Tortello

Director: Dr. Daniel Eduardo Vigo

Co-director: Dr. Santigo Andrés Plano

Fecha: Diciembre 2020

Lugar de trabajo: Laboratorio de Cronofisiología, Instituto de Investigaciones Biomédicas (BIOMED), UCA-CONICET, Buenos Aires, Argentina.

Tabla de contenido

Agradecimientos *3*

Publicaciones *6*

Resumen *7*

Abstract *9*

1. INTRODUCCIÓN GENERAL *11*

1.1 Breve historia del estudio de los ritmos circadianos **12**

1.2 Ritmos biológicos **13**

1.3 Ritmos circadianos **14**

1.3.1 Genes y mecanismos del reloj central 17

1.3.2 Teorías de sincronización 19

1.3.3 Desincronización de los ritmos 21

1.3.4 Ciclo sueño-vigilia 22

1.3.5 El papel de la luz en los ritmos circadianos 24

1.3.6 El rol de las claves sociales en los ritmos circadianos 26

1.4 Vínculo entre la psicología y la cronobiología **28**

1.4.1 Afectividad y ritmos circadianos 28

1.4.2 Estado de ánimo 29

1.4.3 Depresión 30

1.4.4 Ansiedad 31

1.4.5 Trastorno Bipolar 33

1.4.6 Cognición 34

1.5 La Antártida como modelo de desincronización circadiana **37**

1.5.1 El Continente Antártico 37

1.5.2 La Antártida Argentina 38

1.5.3 Fotoperíodos extremos en la Base Belgrano II 39

1.5.4 Aspectos psicológicos de la adaptación humana en la Antártida Argentina 43

1.5.5 La Antártida como análogo espacial 44

1.6 Planteo del Problema **47**

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS *50*

2.1 Hipótesis general **51**

2.2 Hipótesis específicas 51

2.3 Objetivo general **51**

2.4 Objetivos específicos 51

3. CRONOTIPO Y RITMO CIRCADIANO DE ACTIVIDAD *53*

3.1 Introducción **54**

3.2 Materiales y Métodos **57**

3.3 Resultados Cronotipo **63**

3.4 Resultados ritmo circadiano de actividad **79**

3.5 Discusión **91**

4. AFECTIVIDAD, ESTRATEGIAS DE AFRONTAMIENTO Y DINÁMICAS GRUPALES *97*

4.1 Introducción **98**

4.2 Materiales y Métodos **102**

4.3 Resultados **107**

4.4 Discusión **118**

5. ESTIMACIÓN TEMPORAL ***124***

5.1 Introducción **125**

5.2 Materiales y Métodos **128**

5.3 Resultados **132**

5.4 Discusión **142**

6. DISCUSIÓN GENERAL ***147***

6.1 Integración de resultados **148**

6.2 Implicancias del estudio **153**

6.3 Limitaciones **156**

6.4 Fortalezas **158**

6.5 Conclusión General **159**

Referencias ***161***

Agradecimientos

Las metas a largo plazo son las que suelen motivarme a emprender con entusiasmo caminos desconocidos, sinuosos, que ponen en ejercicio mi voluntad. Son las que me desafían, me ponen a prueba, me permiten conocerme. Sin embargo, pienso que esas líneas de llegada u objetivos cumplidos son sólo excusas que me permiten sumergirme en lo que más me divierte y disfruto que es el proceso por alcanzarlas. Con esta tesis culmina un recorrido en el que he aprendido y crecido académicamente, pero que también me ha enseñado muchas otras herramientas que me permitirán emprender nuevos caminos.

Este recorrido lo hice acompañada de muchas personas a las que quiero agradecer especialmente.

En primer lugar, quiero agradecerles a mis directores. Al Dr. Daniel Vigo por confiar en mi y abrirme las puertas de su laboratorio, por enseñarme que a veces hay que tomarse un tiempo y dejar que las ideas decanten, por propiciarme un espacio en el que se trabaja con seriedad, libertad y en el que se forjan vínculos valiosos. Al Dr. Santiago Plano, por ser un director de trinchera, por estar presente en cada gráfico, cada presentación, cada alegría y frustración, por potenciar mi entusiasmo y abrirle, a esta psicóloga, las puertas de su tan amada cronobiología.

Al Dr. Diego Golombek por ser mi director de beca y contribuir a mi formación en estos años de trabajo.

A mis compañeras del Laboratorio de Cronofisiología por el apoyo diario, los almuerzos, las risas y los viajes compartidos. En particular a mi gabinete preferido: A la Dra. Carolina Abulafia por estar siempre dispuesta a ayudarme, gracias por mantenerte cerca y aportar tu mirada “psi” cada vez que lo necesité. A la Lic. Giannina Bellone por contagiarme su alegría cada vez que entraba al laboratorio, por su mirada empática y su buena energía.

A todos los que colaboraron en el proyecto y fueron fundamentales para que pueda llevar adelante esta tesis: el Dr. Juan Manuel Cuiuli por ser nuestro nexo con las dotaciones y por intentarlo todo para que conozca la Antártida; al Dr. Agustín Folgueira, mi primer acercamiento a Belgrano II, por su predisposición y por facilitarme los datos; a la Dra. Marta Barbarito por transmitirme su amor por la investigación antártica y ayudarme a contribuir a su larga tradición de estudios en psicología; al Dr. Juan Manuel Lopez, por su compromiso y dedicación en la recolección de datos; al Dr. Guido Simonelli por proveernos los instrumentos para la adquisición de los datos de actividad; a todos los médicos y las dotaciones de Belgrano II que aceptaron ser parte de este proyecto.

A los organismos e instituciones que financiaron e hicieron posible este estudio: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Minsterio de Defensa (MINDEF), Fondos para la Investigación Científica y Tecnológica (ANPCyT), Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica Orientados (PICTO), Office of Naval Research (ONR), United States Army Medical Research and Development Command (USAMRDC).

A las instituciones que colaboraron en este proyecto: Instituto de Investigaciones Biomédicas (BIOMED, UCA-CONICET), a la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), al Comando Conjunto Antártico (COCOANTAR), al Instituto Antártico Argentino (IAA), a la Universidad de Montreal y la Universidad de Borgoña.

Al Dr. Ángel Elgier que fue el primero que me abrió las puertas de la investigación, que me permitió explorar y enamorarme de esta profesión.

A mis amigas por ser ese espacio de contención y recreo que tanto hace falta.

A Paolo por ayudarme a transitar los momentos difíciles y por enseñarme a amigarme con los tiempos de la vida.

A todos mis familiares que me acompañaron en cada paso de mi vida y mi carrera profesional.

A mi hermana, mi apoyo incondicional, porque se que siempre está no importa cuáles sean las circunstancias, el tiempo o el lugar, por ser mi aliento de cancha preferido.

A Nico, por su amor y compañía, por bancarme en la cotidiana y estar presente cada vez que lo necesité y por poner lindos todos mis pósters.

A mi mamá y mi papá, mi apoyo emocional más grande, los que me permitieron soñar en hacer lo que quisiera, los que me bancaron cada curso o libro que me pareció importante, por ser el resorte para mi felicidad y estar incondicionalmente en cada momento de mi vida.

Publicaciones

- **Tortello, C.**, Barbarito M, Cuiuli J M, Golombek D, Vigo D E, Plano S. Psychological Adaptation to Extreme Environments:Antarctica as a Space Analogue. Psychol Behav Sci Int J. 2018; 9(4): 555768. DOI: 10.19080/PBSIJ.2018.09.555768.

- **Tortello, C.**, Agostino, P. V., Folgueira, A., Barbarito, M., Cuiuli, J. M., Coll, M., ... & Vigo, D. E. (2020). Subjective Time Estimation in Antarctica: The impact of extreme environments and isolation on a time production task. *Neuroscience Letters*, 134893.

- **Tortello, C.,** Folgueira, A., Nicolas, M., Cuiuli, J.M., Cairoli, G., Crippa, V., Barbarito, M., Abulafia, C., Golombek, D.A., Vigo, D.E. and Plano, S.A. (2020), Coping with Antarctic demands: Psychological implications of isolation and confinement. Stress and Health. https://doi.org/10.1002/smi.3006.

Resumen

El reloj biológico, encargado de la regulación temporal de las funciones fisiológicas, imparte una ventaja adaptativa permitiéndole a los organismos anticiparse a los cambios ambientales. Su sincronización está dada principalmente por las variaciones en la luz que se producen como consecuencia de la rotación de la Tierra alrededor del Sol, por este motivo, los ritmos circadianos se caracterizan por tener un período cercano a 24 horas. Las claves sociales también cumplen un rol fundamental en la tarea de poner en hora el reloj, es decir, los horarios de las rutinas diarias de trabajo, alimentación y esparcimiento también contribuyen a la sincronización del marcapasos central. Los ritmos circadianos y las variables psicológicas han demostrado estar vinculadas, tanto en relación a cuestiones afectivas, como cognitivas. La Base Antártica Argentina Belgrano II se caracteriza por poseer un fotoperíodo extremo que está compuesto por cuatro meses de luz y cuatro meses de oscuridad constantes. Además, debido a su posición próxima al Polo Sur, en ella se viven condiciones de aislamiento y confinamiento extremos. Gracias a estas características particulares, la Base Belgrano II representa un escenario experimental útil para explorar variables vinculadas al sistema circadiano. Con el propósito de estudiar el impacto del fotoperíodo extremo y la duración del aislamiento sobre los parámetros circadianos, afectivos y cognitivos, se llevó a cabo un estudio observacional, analítico y longitudinal a lo largo de un año de aislamiento antártico. Los principales resultados evidenciaron que la ausencia de luz natural, durante el invierno polar, incide significativamente sobre el desempeño cognitivo evaluado durante la noche y sobre los ritmos biológicos provocando una disminución de la duración de sueño, un retraso del cronotipo, un aumento del jet lag social y un retraso en los marcadores de fase de la actividad. Por otro lado, la duración del aislamiento impactó sobre los parámetros psicológicos y cognitivos, mostrando un deterioro de las dinámicas

grupales y de los estilos de defensas, junto con un aumento del tiempo de respuesta en la tarea de estimación temporal evaluada durante la mañana a lo largo de la campaña.

Los resultados de esta investigación resaltan la importancia de la luz y las claves sociales como sincronizadores del reloj biológico e introducen su estudio de forma ecológica. Los alcances de este trabajo pretenden reforzar el vínculo entre el campo de la psicología y la cronobiología y sus implicancias en los ámbitos de la salud, del trabajo y de la exploración espacial.

Abstract

The biological clock is responsible for the temporal organization of physiological functions and imparts an adaptive advantage, allowing organisms to anticipate environmental changes. Its synchronization is mainly given by light variations that occur as a result of the rotation of the Earth around the Sun, for this reason, circadian rhythms are characterized by having a period close to 24 hours. Social cues also play a main role in setting the circadian clock, meaning that the schedules of daily work, eating and leisure routines also contribute to the central pacemaker synchronization. Circadian rhythms and psychological variables are both linked to affective and cognitive parameters. Belgrano II Argentinian Antarctic station is characterized by an extreme photoperiod which consists of four months of constant light and four months of darkness. Also, due to its position close to the South Pole, staying there requires dealing with extreme isolated and confined conditions. Regarding these particular characteristics, Belgrano II station represents a useful experimental setting to explore variables related to the circadian system. An observational, analytical and longitudinal study was carried out to study the impact of extreme photoperiod and isolated conditions on circadian, affective and cognitive parameters throughout one year of Antarctic isolation. The main results showed that the absence of natural light has a significant impact on cognitive performance assessed at night and on biological rhythms, causing a decrease in sleep duration, a delay in chronotype, an increase in social jet lag and a delay in phase markers of activity. On the other hand, the period of isolation impacted on psychological and cognitive parameters, showing impaired group dynamics and defense styles, together with an increase in response time during an interval timing task evaluated in the morning throughout the campaign.

The results of this research highlight the importance of natural light and social cues as synchronizers of the biological clock and introduce their study with an ecological perspective. The

scope of this work seeks to reinforce the link between psychological and chronobiological fields and its implications in health, work and space exploration.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Breve historia del estudio de los ritmos circadianos

El estudio de los ritmos circadianos comenzó con las investigaciones del astrónomo Jean-Jaques Dortous De Mairan y sus observaciones sobre el comportamiento de las plantas. De Mairan utilizó ejemplares de Mimosa Púdica, plantas cuyas hojas se mueven al ser tocadas, y observó que presentaban un ritmo que se repetía periódicamente: durante el día sus hojas se mantenían abiertas, mientras que durante la noche se plegaban. Se preguntó si este patrón reflejaba el efecto de una modulación ambiental e intentó dilucidar si el fotoperíodo cumplía un rol clave para que este se repitiese. Para ello, decidió ubicarla en un sitio oscuro, un armario, evitando que la planta tuviera contacto con la luz solar. Descubrió así, que a pesar de no recibir la influencia del sol, la planta continuaba abriendo sus hojas durante el día y cerrándolas durante la noche (De Mairan, 1729). Mediante este experimento, demostró que la Mimosa Púdica, no sólo tenía un ritmo que se repetía cada 24 horas aproximadamente, sino que ese ritmo era de origen endógeno, es decir, estaba generado por mecanismos propios de la planta y, por ello, se conservaba a pesar de la ausencia de señales temporales del ambiente.

Otros de los estudios pioneros en ritmos fueron los llevados a cabo en abejas. Auguste Forel descubrió que el comportamiento de las abejas reflejaba un mecanismo para estimar tiempo, que luego el biólogo Hugo Berthold von Buttel-Reepen lo denominó como Zeitgedächtnis, que en alemán significa “memoria del tiempo” (Buttel-Reepen, 1900; Forel, 1910).

Sumado a ellos, uno de los aportes más significativos para el campo de estudio de los ritmos biológicos fue encabezado por Gustav Kramer, quien con sus investigaciones en palomas y aves migratorias describió cómo las mismas guiaban su vuelo orientándose con el ciclo luz-oscuridad (Kramer, 1952).

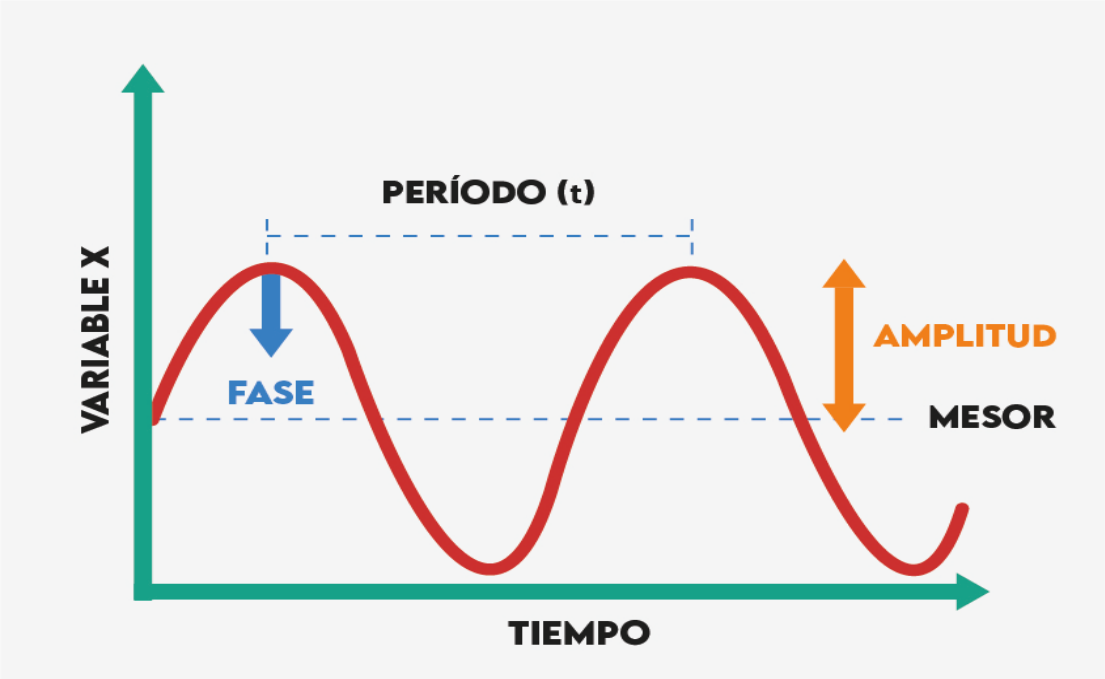
Si bien todos estos estudios permitieron el avance del conocimiento en torno a los ritmos, la sistematización del estudio de los ritmos biológicos se logró gracias al estadounidense Colin Pittendrigh y al alemán Jürgen Aschoff (Aschoff, 1966; Pittendrigh et al., 1976). Cada uno de ellos, desarrolló su teoría respecto de cómo se produce la sincronización de los ritmos circadianos, estableciendo dos perspectivas centrales respecto de la teorización sobre el comportamiento de los ritmos y su relación con el ciclo luz-oscuridad que perduran hasta la actualidad.

1.2 Ritmos biológicos

Los ritmos biológicos son eventos o fenómenos biológicos que se caracterizan por oscilar con intervalos fijos o períodos determinados. Su sincronización depende de un reloj endógeno y de factores ambientales que actúan modulando sus parámetros. En la naturaleza encontramos una gran variedad de ritmos biológicos que pueden clasificarse según su frecuencia en: **ritmos circadianos** aquellos que tienen un período aproximado de 24 horas, como por ejemplo el ritmo actividad-reposo o la temperatura corporal; **ritmos infradianos**, cuyo período es mayor, como por ejemplo el ciclo menstrual o la hibernación; y, por último, **ritmos ultradianos**, que tienen un período menor, como por ejemplo el ritmo respiratorio y el ritmo cardíaco.

Independientemente de qué tipo de ritmo estemos estudiando (circadianos, infradianos o ultradianos) existen diversas propiedades que son comunes a todos ellos. Para su análisis, es necesario realizar un ajuste de los datos a una función senoidal (Figura 1.1). En ella se pueden identificar cuatro parámetros característicos: el Período, que es el tiempo que tarda una oscilación completa; el Mesor, que representa el valor medio que toma la variable, una vez ajustada, a lo largo del ritmo; la Amplitud, que hace referencia a la diferencia entre el valor máximo que toma el ritmo y el Mesor; y la Fase, que es el momento en el que la variable toma un valor determinado.

Figura 1.1 Parámetros de un ritmo



Representación gráfica de una variable rítmica a lo largo del tiempo ajustada en una curva senoidal en la que se pueden identificar cuatro parámetros: el Período, el Mesor, la Amplitud y una Fase, en este caso la Acrofase.

1.3 Ritmos circadianos

Debido a los movimientos de rotación y traslación del planeta Tierra, todos los seres vivos que lo habitamos estamos sometidos a cambios cíclicos. Muchos de esos cambios, provocados por la rotación de nuestro planeta sobre su propio eje, tienen un período cercano a 24hs. El ejemplo más evidente es la alternancia entre el día y la noche, el ciclo luz-oscuridad, pero también existen variaciones en la temperatura o la humedad relativa, entre otros. Gracias a esta demanda ambiental, los seres vivos nos vimos desafiados a desarrollar mecanismos para anticipar estos cambios y así poder adaptar nuestra fisiología y mantener nuestro medio interno en condiciones constantes. Llamamos homeostasis predictiva a los mecanismos endógenos de variación que posee un organismo para predecir y adaptarse a los cambios cíclicos del ambiente (revisado en

(Riede et al., 2017)). Este equilibrio fisiológico, se logra gracias al Sistema Circadiano (Figura 1.2), quien da origen y orquesta a los denominados Ritmos Circadianos (del latin *circa* "cercano a", "alrededor de" y *dies* "día", es decir, cercano a un día).

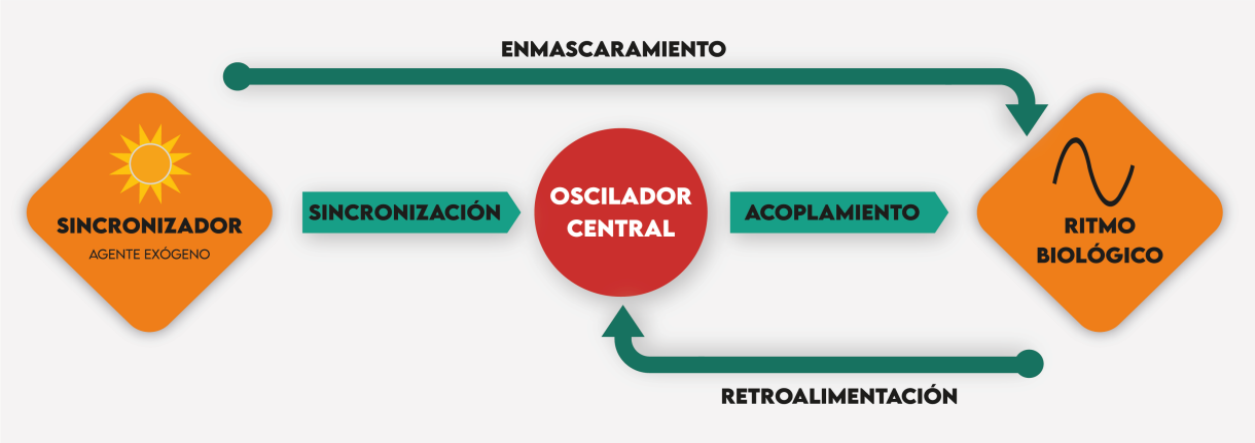
Los Ritmos Circadianos se caracterizan por tener algunas propiedades que los definen:

- Son endógenos
- Su período endógeno es prácticamente independiente de la temperatura
- Los períodos endógenos varían según la especie
- Se encuentran en todos los niveles de organización de un organismo
- Se sincronizan por periodicidades ambientales de período T (zeitgeber) (Pittendrigh, 1960)

Como mencionamos anteriormente, el Sistema Circadiano es el principal responsable de promover y mantener los ritmos circadianos, y está compuesto por diferentes elementos que le permiten cumplir con esta tarea (Figura 1.2). Uno de los principales es el reloj biológico, oscilador principal o marcapasos maestro, que es el componente endógeno de este sistema y se encuentra ubicado, en mamíferos, en los núcleos supraquiasmáticos del hipotálamo. Las células que componen estos núcleos tienen la capacidad intrínseca de generar y mantener oscilaciones circadianas (Welsh et al., 1995). Presentan diversas vías de entrada, siendo la principal la entrada para la información fótica desde la retina, y envían señales que sincronizan al resto del cuerpo. Además del reloj central, existen osciladores secundarios que, a pesar de tener cierta independencia en su oscilación, dependen de otras señales extracelulares para su sincronización. Otro de los componentes del sistema es el zietgeber (del alemán "dador de tiempo", (Aschoff, 1960)) o sincronizador, corresponde al componente exógeno del sistema: se trata de vías aferentes que sincronizan a los osciladores al ciclo ambiental. Uno de los mayores y más

estudiados sincronizadores es el ciclo luz-oscuridad, que evidencia la interrelación entre los ritmos biológicos y los ciclos ambientales. La luz actúa sincronizando al reloj biológico promoviendo que mantenga una relación de fase constante con el ciclo ambiental. Actualmente se considera que la sincronización fótica es el resultado de una combinación de mecanismos paramétricos (efectos continuos o tónicos identificables a través de condiciones de luz constantes) y mecanismos no paramétricos (efectos discretos o fásicos mediante pulsos cortos de luz u oscuridad) (Golombek, 2001). Los componentes mencionados se articulan para permitir el funcionamiento del sistema. El oscilador principal (componente endógeno) junto con los osciladores secundarios se sincronizan gracias al medio ambiente (componente exógeno) y dan lugar a la ritmicidad de las funciones corporales (ritmos biológicos) en un proceso que se denomina “acoplamiento”, como por ejemplo la temperatura corporal, el ciclo sueño-vigilia o el ritmo alimentario. La actividad del marcapasos central puede, a su vez, ser modulada por diferentes variables corporales que actúan retroalimentándolo, lo que probablemente permita ajustar ciertos mecanismos del oscilador. También puede suceder que ciertos estímulos externos afecten directamente a los ritmos biológicos, generando un proceso que se denomina “enmascaramiento”.

Figura 1.2 El Sistema Circadiano



Esquema simplificado del Sistema Circadiano. El agente exógeno o sincronizador modula la actividad del oscilador central a través de un proceso llamado sincronización, generando los ritmos biológicos mediante el mecanismo de acoplamiento. A su vez, el sincronizador puede impactar directamente sobre el ritmo sin involucrar al oscilador central, proceso que se denomina enmascaramiento. Por otro lado, la variable de salida o el ritmo puede actuar sobre el reloj central mediante un mecanismo de retroalimentación.

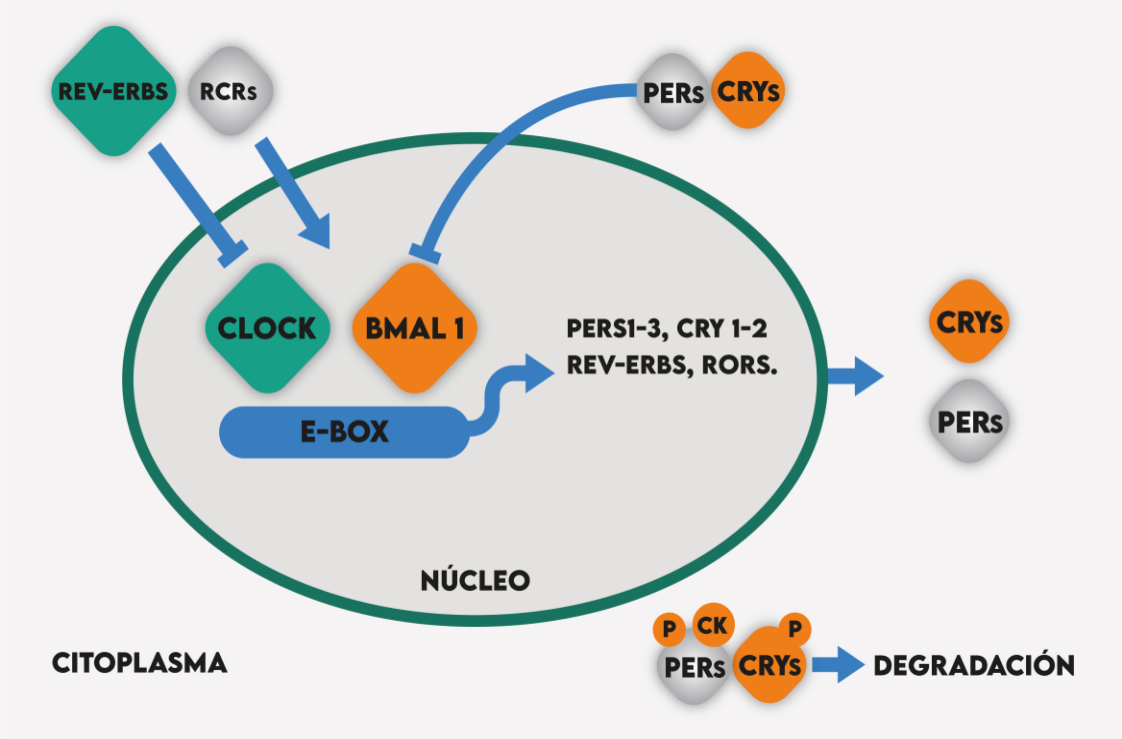
1.3.1 Genes y mecanismos del reloj central

Cada una de las neuronas que conforman los núcleos supraquiasmáticos posee un reloj molecular que, a través de mecanismos de retroalimentación transcripcionales y traduccionales, controla la expresión rítmica circadiana de los genes necesarios para la generación y regulación de los ritmos circadianos desde las células individuales a organismos completos (Yoo et al., 2004). La Figura 1.3 ilustra un diagrama general de estos procesos.

El ciclo de retroalimentación más importante, y el único que mencionaremos por su relevancia para el presente trabajo, contiene un elemento positivo y un elemento negativo. El elemento positivo activa la transcripción de ciertos genes, entre los cuales se encuentran los que pertenecen al elemento negativo, que al transcribirse inhiben la transcripción promovida por el elemento positivo. Luego el elemento positivo volverá a ser transcripto, interactuando con los

genes mencionados anteriormente perpetuando así el proceso biológico. El elemento positivo está compuesto por las proteínas CLOCK (Circadian Locomotor Output Cycles Kaput) y BMAL1 (Brain and Muscle Aryl Hydrocarbon Receptor Nuclear Translocator (ARNT)-Like 1), ambas representan factores transcripcionales. El heterodímero CLOCK-BMAL1 se une a una secuencia especifica en el promotor de ciertos genes, denominada E-BOX (cuya secuencia aminocídica es: CACGTG), promoviendo así, la transcripción de todas las proteínas controladas por el reloj. Parte de estos genes son los componentes que conforman el elemento negativo, necesario para que se cierre el ciclo, las proteínas denominadas PERIOD (PER) 1, 2 y CRYPTOCROME (CRY) 1 y 2. Cuando PER (1 o 2) y CRY (1 o 2) se heterodimerizan, se translocan al núcleo y, mediante la unión al complejo CLOCK-BMAL1, generan una retroalimentación negativa, inhibiendo su propia transcripción (y la de todos los genes activados por CLOCK-BMAL1). El ciclo volverá a comenzar con la nueva aparición del heterodímero CLOCK-BMAL1. Este bucle tiene una periodicidad circadiana (Muñoz et al., 2002; Reppert et al., 1997).

Figura 1.3 Componentes moleculares del reloj biológico en mamíferos



Las proteínas CLOCK y BMAL1 heterodimerizan e inician la transcripción de las proteínas PER y CRY. A su vez, estas últimas que conforman el bucle de retroalimentación negativa, se heterodimerizan, se translocan al núcleo e inhinben su propia transcripción y la de otros genes promovidos por la caja E, uniéndose al heterodímero CLOCK-BMAL1. Este último, activa la transcripción de los receptores nucleares *Ror* y *Rev-erb*, que se encargan de activar e inhibir la transcripción de *Bmal1*.

1.3.2 Teorías de sincronización

Como se mencionó anteriormente, Colin Pittendrigh y Jügen Aschoff son considerados dos de los padres de la cronobiología y principales exponentes del estudio sistemático de los ritmos circadianos. Sus trabajos han dejado como legado dos perspectivas teóricas fundamentales, que continúan vigentes, respecto de la sincronización de los ritmos circadianos y el impacto del ciclo luz-oscuridad sobre los mismos.

Pittendrigh describió la sincronización como una sucesión de efectos discretos sobre la fase del reloj, denominada sincronización no paramétrica. De esta manera, un pulso corto de luz, incluso de milisegundos, puede modificar la fase del ritmo de un organismo. Como mencionamos anteriormente, los ritmos biológicos son de carácter endógeno y continúan oscilando aún en ausencia de claves ambientales (libre-curso). El efecto de un pulso de luz sobre el ritmo del organismo en condiciones de oscuridad constante (libre-curso) podrá generar un retraso o un adelanto de fase o ninguna modificación en su ritmo de acuerdo al momento circadiano en el que se reciba el estímulo. Las especies diurnas en condiciones constantes, sin clave ambiental, estarán activas durante el "día subjetivo" (momento en el que se comportan como si fuera de día, fase activa) y reposarán durante la "noche subjetiva". Los pulsos de luz que se emitan en la primera parte de la noche subjetiva provocarán un retraso en la fase, mientras que los pulsos emitidos durante la última parte de la noche subjetiva tenderán a adelantarla, aquellos que sean emitidos durante el día subjetivo tendrán mínimo efecto o ningún efecto. La representación gráfica de la relación entre la fase sometida al pulso de luz y su consecuencia es conocida como Curva de Respuesta de Fase (CRF). Se ha estudiado que los momentos más críticos de esta curva son el inicio y el fin de la noche subjetiva, y que la emisión de breves pulsos de luz únicamente en esos dos puntos alcanza para una sincronización estable (Pittendrigh et al., 1976). La forma final de la CRF es específica de cada estímulo y cada especie (Golombek et al., 2010; Minors et al., 1991).

Por el otro lado, los efectos tónicos descriptos por Jürgen Aschoff, proponen una acción continua del zeitgeber sobre diferentes parámetros, como el período, que definen al ritmo. Desde esta perspectiva no serían los pulsos de luz los que promoverían la sincronización sino ciclos completos de luz-oscuridad, a esto se lo conoce como modelo de sincronización paramétrica. Este investigador llevó a cabo estudios de aislamiento en humanos y halló que efectivamente los

ritmos de actividad y la temperatura rectal son sincronizados mediante el ciclo luz-oscuridad (Aschoff, 1979).

1.3.3 Desincronización de los ritmos

La sincronización entre el reloj central, los relojes periféricos y el ciclo ambiental es esencial para el correcto funcionamiento de todos los procesos fisiológicos de un organismo. Poner en hora el reloj es una tarea en la que no sólo participan y cumplen un rol fundamental los ritmos de secreción de hormonas, de temperatura corporal y de alimentación, sino también factores como las rutinas sociales y la actividad física, que pueden actuar como fuertes estímulos sincronizadores (Cambras et al., 2012; Hower et al., 2018). Se ha observado que existen diversas situaciones en las que esta sincronización se ve alterada. La perturbación del correcto funcionamiento de los ritmos puede deberse a factores intrínsecos al reloj central como por ejemplo algún desorden genético, o factores extrínsecos al mismo, como es el caso de algunos tipos de ceguera en las que se ve imposibilitado el procesamiento de la información lumínica. Pero también existen alteraciones ligadas a los cambios en el ciclo luz-oscuridad provocadas, por ejemplo, por los viajes transmeridianos. A este desajuste circadiano causado por un cambio brusco de la zona horaria se lo denomina jet lag (Sack, 2009) y se caracteriza por alteraciones en el sueño, que incluyen retraso del inicio de sueño, adelanto del despertar y fragmentación del sueño, decaimiento del desempeño mental y físico, aumento de fatiga, disminución de la concentración y síntomas gastrointestinales (Waterhouse et al., 1997). Las exigencias de los horarios de la vida moderna han llevado a utilizar este concepto para hacer referencia a las disrupciones circadianas causadas por los cambios en los horarios de la agenda cotidiana. Conocido como “jet lag social”, refleja la desincronización entre nuestro reloj endógeno y los horarios reales, ligados a las exigencias sociales, para dormir (T. Roenneberg et al., 2012; Wittmann et al., 2006). Este trastorno en los

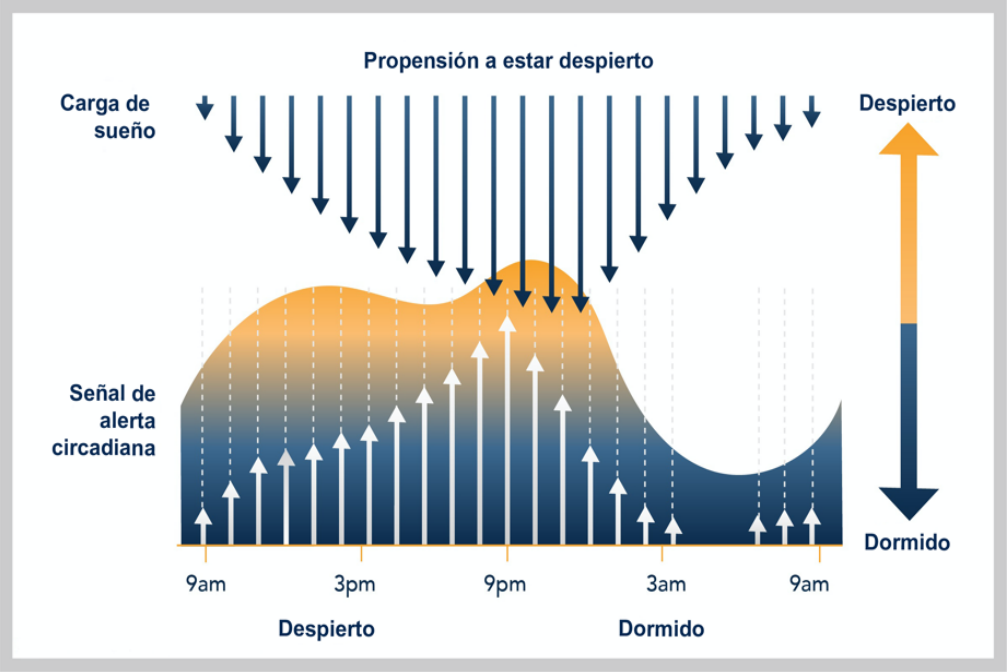
ritmos circadianos es frecuente en personas que tienen un esquema laboral por turnos, pero también puede observase como consecuencia de los cambios de horarios que se producen entre la semana laboral y el fin de semana. Es importante estudiarlo y pensar medidas para contrarrestar estos desajustes, ya que el jet lag social se asocia con comportamientos de vida poco saludables, disminución en el desempeño cognitivo (Diaz-Morales et al., 2015; Haraszti et al., 2014), alteraciones metabólicas (Wong et al., 2015) y factores de riesgo cardiovascular (Rutters et al., 2014), entre otros.

1.3.4 Ciclo sueño-vigilia

El ciclo sueño-vigilia representa una sucesión ordenada de estados conductuales y fisiológicos que están íntimamente relacionados con el ciclo luz-oscuridad y dependen de factores homeostáticos y circadianos (Borbely, 1982; Daan et al., 1984). El proceso homeostático, que regula el ciclo sueño-vigilia, está mediado por la adenosina que se acumula durante el día y favorece la propensión a quedarse dormido gracias a la acumulación del tiempo que llevamos despiertos (Porkka-Heiskanen, 1997). El proceso circadiano es un ritmo biológico endógeno que se opone y establece un balance con el efecto del proceso homeostático (Czeisler et al., 1999). Durante el día, la luz solar promueve que el reloj central active las regiones cerebrales ligadas a la promoción de la vigilia y a la vez inhiba indirectamente el área encargada de controlar el inicio del sueño. Con la puesta del sol, la actividad promotora del alerta de los núcleos supraquiasmáticos decae y la glándula pineal secreta melatonina, que potencia este mecanismo, dando lugar a los procesos promotores del sueño (Cardinali, 2007). La melatonina es uno de los principales reguladores fisiológicos del sueño, generalmente la propensión a dormirnos durante la noche, ocurre cerca de dos horas después del inicio de la liberación de melatonina endógena (Lavie, 2016; Zisapel, 2007). Su secreción es controlada por el sistema circadiano, que promueve su

producción durante las horas de oscuridad y la inhibe precipitadamente con el inicio de la luz, y, a la vez, actúa sobre el reloj central y los relojes periféricos modulando la regulación de los ritmos (Brown et al., 2009). Por lo tanto, como muestra la Figura 1.4, el proceso homeostático implica que, a lo largo del día, se acumule una presión o carga de sueño que nos hará más propensos a quedarnos dormimos cuanto mayor tiempo llevemos despiertos, mientras que el proceso circadiano ejercerá su influencia para lograr el sueño durante la noche, respetando nuestro nicho biológico.

Figura 1.4 Los procesos homeostáticos y circadianos del ciclo sueño-vigilia



El proceso homeostático promueve el sueño a partir de la acumulación de presión o carga de sueño, así cuanto mayor tiempo llevemos despiertos, mayor será la propensión a dormirnos. El proceso circadiano del sueño se encarga de garantizar que la propensión de sueño se produzca durante la fase de oscuridad.

El rol que cumplen los ritmos circadianos en los trastornos del sueño es ampliamente reconocido. Su alteración se manifiesta frecuentemente en desórdenes en el ciclo sueño-vigilia y es esencial entender cómo funcionan para el correcto tratamiento de los trastornos del sueño (Pavlova, 2017). Los desórdenes circadianos del sueño conforman una categoría específica dentro del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Desórdenes Mentales, Quinta Edición (DSM-V) que incluye desórdenes por retraso, adelanto e irregularidad en la fase, ritmos endógenos diferentes a 24 horas, trabajo en turnos y desórdenes por jet lag social. Las causas de todos ellos se relacionan con variables intrínsecas, ambientales, comportamentales y sociales (Dijk et al., 2019). En este sentido, estudios realizados con personas en aislamiento y ausencia de claves ambientales, han podido evidenciar la marcada influencia que ejerce el factor circadiano sobre el inicio y duración del período de sueño (Carskadon et al., 1980; Czeisler et al., 1980), produciendo una desincronización interna espontánea entre el ritmo de temperatura y el ciclo sueño-vigilia (Kronauer et al., 1982; Ortega et al., 1992). En trabajadores en turnos se ha observado un desplazamiento del ciclo sueño-vigilia como evidencia de un desajuste circadiano causado por los cambios en la agenda de trabajo (Gander et al., 2008). Sumado a ello, se han observado diferencias en la duración y el horario de sueño en adultos jóvenes entre la semana y los fines de semana, asociadas al fenómeno de jet lag social (T. Roenneberg et al., 2012). Todos estos resultados muestran cómo los desajustes de los ritmos circadianos provocados por variables contextuales como el ambiente, las demandas laborales y las costumbres sociales, impactan sobre el ciclo sueño-vigilia.

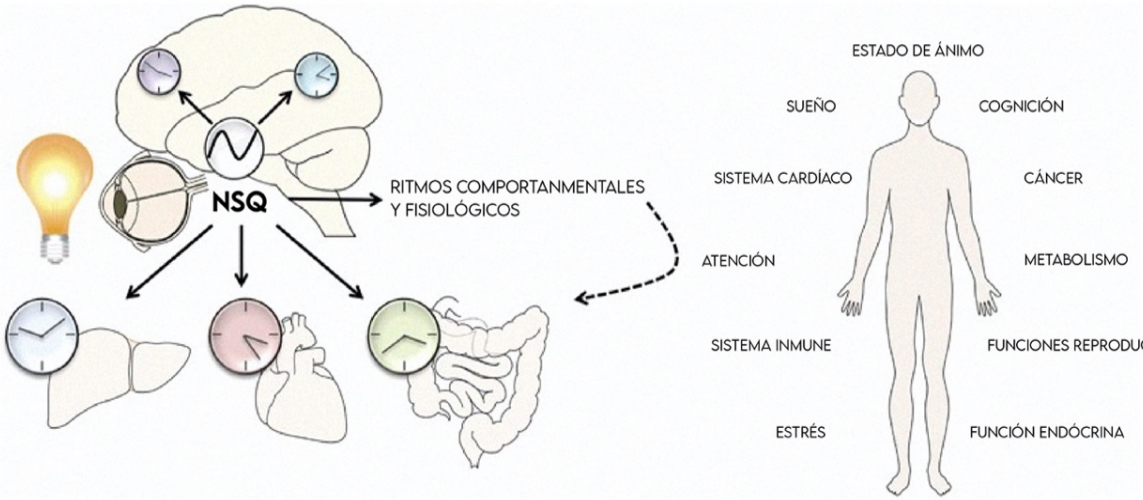
1.3.5 El papel de la luz en los ritmos circadianos

El rol que cumple la luz en la sincronización de nuestro reloj biológico es indudable y está presente desde el inicio de nuestras vidas, a través de la secreción de la melatonina materna

(Reppert, 1985). La información lumínica que ingresa a través de la retina, es una de las principales responsables de poner en hora nuestro reloj central y a la vez, se encarga de modular la secreción de melatonina en nuestro cuerpo. Antes de la creación de la luz artificial, las condiciones ambientales proveían una modulación clara y adecuada de nuestros ritmos, respetando y promoviendo la actividad durante el día y el descanso durante la noche. Sin embargo, a partir de la invención de la lámpara incandescente que posibilitó la iluminación artificial y con ello, la posibilidad de extender nuestra actividad durante la fase de oscuridad, se comenzaron a observar innumerables alteraciones y trastornos en la fisiología humana. Por lo que, la falta de exposición a la luz solar y el exceso o inadecuada exposición a la iluminación artificial tomó gran relevancia en el campo de los estudios de la cronobiología, la medicina y la psicología. A pesar de que la influencia de la luz sobre nuestro cuerpo es bien conocida, su impacto es variable, ya que depende de diversos factores que modulan su efecto sobre nuestro organismo. Entre ellos encontramos: la intensidad de la luz, su composición espectral, el tiempo de exposición y el momento del día en el que se produce esa exposición (Zeitzer et al., 2000). La disrupción circadiana por ausencia de claves lumínicas adecuadas puede impactar negativamente en la salud, evidenciado en el estado de ánimo, el metabolismo y el sistema inmune, entre otros (Bedrosian et al., 2017) (Figura 1.5). Muchos estudios han intentando dilucidar los cambios fisiológicos asociados a la falta o la inadecuada exposición a la luz. En este sentido, se ha observado que la luz de onda corta o luz azul tiene la capacidad para retrasar la fase de inicio de secreción de melatonina, incluso las luces de baja intensidad como por ejemplo las de celulares, computadoras o televisores son capaces de generar un retraso de fase y un enlentecimiento de su secreción (A. M. Chang et al., 2015) que puede llevar a consecuencias negativas para las funciones cognitivas (A.-M. Chang et al., 2015; Green et al., 2017). Asimismo, la exposición a la luz entre la medianoche y las cuatro de la mañana resulta en una inhibición completa de la secreción de melatonina durante el tiempo de exposición (Sugden, 1989). En los desajustes circadianos por jet lag, el tiempo de exposición a la luz es una de

las claves más importantes para lograr la re-sincronización del sistema circadiano (Inder et al., 2016). La luz también es utilizada como tratamiento para alteraciones en el ciclo sueño-vigilia y se ha evidenciado que en pacientes con insomnio es más eficiente la exposición a una luz de intensidad moderada por más tiempo que exponerse por poco tiempo a una luz muy intensa (Dewan et al., 2011).

Figura 1.5 El impacto de la luz sobre los ritmos circadianos y la salud



La exposición a la luz durante la noche u otra alteración circadiana puede perturbar la sincronización del reloj central en los núcleos supraquiasmáticos (NSQ) y sus relojes periféricos en el cerebro y el cuerpo. La disrrupción circadiana está asociada con un gran número de consecuencias negativas en la salud, entre ellas, en el estado de ánimo, el metabolismo y el sistema inmune. Adaptado de Bedrosian et al., 2017.

1.3.6 El rol de las claves sociales en los ritmos circadianos

A pesar de que la luz es considerada el estímulo dominante para la sincronización de los ritmos circadianos, los estímulos sociales o "claves sociales" son también reconocidos como potentes zeitgebers. La sincronización mediante estímulos sociales permite a las especies interactuar con sus pares, sus presas y sus predadores, garantizando alimento y reproducción

(Mistelberg, 2004). Teniendo en cuenta la vía fótica, la exposición a la luz solar está determinada por estados comportamentales (ej. ojos abiertos u ojos cerrados) que, a su vez, suelen depender de estímulos sociales (ej. despertador, ruido de otras personas) (Ralph et al., 2016). Considerando una vía no fótica, se puede pensar que existen diversos estímulos sociales que pueden actuar directamente sobre el marcapasos modulando la fase y el período de nuestros ritmos, como por ejemplo el estrés, los horarios en los que nos alimentamos, las rutinas sociales, el ejercicio, entre otros (Mistlberger et al., 2010; Stephan, 2002).

La comida ha sido propuesta como un potencial zeitgeber, basado en el fenómeno de actividad anticipatoria descripto en protocolos en roedores con tiempo restringido de alimentación (Richter, 1922). En humanos se han llevado a cabo estudios indagando los efectos del horario de alimentación y su impacto sobre la sincronización, y se ha observado que tanto el horario como la composición de la dieta pueden resultar en eficaces zeitgebers, siguiendo los criterios de Aschoff (Lewis et al., 2020).

Otra de las variables que ha sido propuesta como posible sincronizador es el estrés. Los sistemas regulatorios como el eje hipotalámico-pituitario-adrenal (HPA) y el sistema nervioso central, implicados en la respuesta al estrés, reciben información del sistema circadiano (Koch et al., 2017). La liberación de glucocorticoides durante la respuesta al estrés y su participación en la expresión de los genes *Per*, indispensables para la sincronización del reloj central y la adaptación de nuestros ritmos a cambios ambientales (Kiessling et al., 2010; Le Minh, 2001), respalda la teoría sobre una modulación de los ritmos circadianos a partir de la respuesta de estrés (Landgraf, 2014). Estudios en roedores han mostrado que el momento en el que se presenta el estresor (día o noche) puede implicar consecuencias diferenciables (Aslani, 2014; Rybkin, 1997; Gorka, 1993), mientras que en humanos se hipotetiza que la relación entre la respuesta al estrés y los ritmos

circadianos tendrían un rol central en el desencadenamiento de diferentes trastornos mentales (Landgraf et al., 2014).

El ejercicio parece también modular la sincronización del reloj central. En roedores se ha observado que la actividad es efectiva a la hora de lograr un cambio de fase y sincronizar los ritmos circadianos (Redlin et al., 2009). En la misma línea, en humanos el ejercicio ha demostrado ser capaz de retrasar significativamente la fase del reloj (Baehr et al., 2003; Van Reeth et al., 1994), evidenciando su potencial colaboración para la adaptación a rutinas cuyos horarios requieren ciertos retrasos del ciclo sueño-vigilia como por ejemplo los trabajadores en turnos (Barger et al., 2004; Eastman, 1995). Sumado a ello, algunos estudios han mostrado que la actividad física puede acelerar la re-sincronización del ritmo sueño-vigilia a cambios extremos en este ciclo (Miyazaki et al., 2001; Yamanaka et al., 2010), avalando su aplicación como tratamiento para la desincronización de los ritmos circadianos como resultado del jet lag o los trabajos en turnos (Escames et al., 2012).

1.4 Vínculo entre la psicología y la cronobiología

1.4.1 Afectividad y ritmos circadianos

Desde una perspectiva psicológica, los ritmos circadianos cumplen un rol central en los trastornos mentales, en las alteraciones afectivas e incluso en la cognición. Si se indaga respecto de cuál es el vínculo que une el campo de la psicología y la cronobiología, existen muchos estudios que demuestran que la relación entre ambos tiene gran asidero. Los ritmos circadianos intervienen en la mayoría de los circuitos vinculados a la afectividad como son la región límbica del cerebro y el eje hipotalámico–pituitario–adrenal (Bedrosian et al., 2017). Muchos estudios han demostrado que la disrupción en la fisiología circadiana contribuye al desencadenamiento y el

desarrollo de trastornos en el estado de ánimo (Kronfeld-Schor et al., 2012; Schnell et al., 2014). De acuerdo con la "hipótesis circadiana de los trastornos del estado de ánimo" la desincronización del reloj central constituye un sello distintivo de los trastornos afectivos contribuyendo con su mantenimiento (A. G. Harvey, 2011; McClung, 2013; Palagini et al., 2019). Asimismo, la mayoría de los trastornos mentales contienen dentro de sus categorías diagnósticas según el DSM-V, algún trastorno relacionado con el ciclo sueño-vigilia, en general ligado a cuadros de insomnio o hipersomnia o alteraciones en la actividad (American_Psychiatric_Association, 2013), todas variables relacionadas con componentes controlados por el reloj biológico. Los trastornos del sueño se encuentran presentes en cuadros como la depresión mayor (Nutt et al., 2008; van Mill et al., 2010), el trastorno bipolar, el trastorno de estrés post traumático, y los trastornos de ansiedad (Staner, 2003), entre otros. En este mismo sentido, desde la investigación en psicoterapia, se ha observado que las terapias focalizadas en tratar las alteraciones del sueño (como por ejemplo Terapia Cognitiva Conductual para el Insomnio) en determinados trastornos logran mejorar los cuadros psicológicos, poniendo en evidencia que el factor cronobiológico puede impactar fuertemente sobre las alteraciones anímicas patológicas (Cunningham et al., 2018).

1.4.2 Estado de ánimo

Numerosos estudios han demostrado la relación entre diferentes parámetros de los ritmos circadianos y el estado de ánimo. Se ha encontrado una oscilación circadiana en la expresión de genes, los niveles de neurotransmisores y la expresión de receptores en diversas zonas del cerebro implicadas en la regulación del estado de ánimo y la recompensa (Sidor et al., 2014). En muchos de los trastornos del estado de ánimo se han observado anomalías en los niveles de dopamina cerebral, implicada en la regulación del ciclo sueño-vigilia, que sugieren la existencia de un vínculo entre las alteraciones psicológicas y la desincronización de los ritmos circadianos (Radwan et al.,

2019). El estudio de los patrones de sueño es fundamental para el entendimiento de los cambios de estado de ánimo debido a que las alteraciones en el sueño afectan la manera en la que experimentamos y regulamos nuestras emociones (Coles et al., 2015). En particular, se ha evidenciado que los patrones irregulares en los horarios para acostarse y levantarse preceden a desequilibrios en el estado de ánimo (Gao et al., 2019). Además, se ha observado una asociación entre disrupciones en los ritmos circadianos y peor bienestar subjetivo junto con mayor riesgo a desarrollar algún trastorno del estado de ánimo (Lyall et al., 2018).

1.4.3 Depresión

La alteración de los ritmos circadianos ha sido estudiada en relación a los cuadros de depresión mayor, que se caracterizan por un estado de ánimo depresivo la mayor parte del día y/o un marcado desinterés o pérdida del placer en casi todas las actividades (American_Psychiatric_Association, 2013). Se cree que existen dos formas en las que la disrupción de los ritmos circadianos impacta sobre los cuadros depresivos, por un lado, la desorganización propia del sistema circadiano asociada a una disfunción neurobiológica relacionada con los genes reloj (Bunney, 2000) y, por el otro, la perturbación del ciclo sueño-vigilia (Turek, 2007). La mayoría de los pacientes que padecen este trastorno sufren de disrupciones en el sueño y muestran un predominio de patrones diurnos de síntomas depresivos (Schnell et al., 2014). Es un trastorno en el que suele estar presente el insomnio y la somnolencia diurna. Se ha observado que la insuficiencia de sueño aumenta los síntomas depresivos y puede convertirse en un factor de riesgo para la ideación suicida, los intentos de suicidio y la muerte por suicidio (Fujino et al., 2005). Asimismo, es un cuadro en el que se ha evidenciado una menor amplitud relativa en el ritmo de actividad, mostrando que los perfiles entre los períodos de actividad y reposo tienden a ser menos diferenciables (Lyall et al., 2018). Debido a que la luz cumple un rol fundamental en la

sincronización del reloj central, muchos de los estudios que vinculan los ritmos circadianos y la depresión han puesto foco en los cambios en el estado de ánimo asociados a los cambios estacionales (Bedrosian et al., 2017). En este sentido, numerosos estudios han demostrado una asociación positiva entre la disminución de la duración de la luz solar y la cantidad de suicidios (Petridou et al., 2002; Vyssoki et al., 2014). Si bien recientemente se han llevado a cabo muchas investigaciones acerca de los efectos de la luz sobre diferentes trastornos, el primer cuadro psicológico, y el más reconocido, en el que se asoció el estado de ánimo a variables lumínicas y estacionales fue, el Trastorno Afectivo Estacional (conocido con la sigla "SAD" por su denominación en inglés "Seasonal Affective Disorder"). Este trastorno se caracteriza por alteraciones biológicas y en el estado de ánimo asociadas a patrones estacionales y se manifiesta como episodios de depresión que se desarrollan típicamente durante el otoño y el invierno, y remiten en la primavera y verano siguientes (Rosenthal et al., 1984). Se suele presentar como resultado de una combinación de múltiples factores (Levitan, 2007; Westrin et al., 2007), entre ellos: retraso o adelanto de la fase circadiana, sensibilidad a la luz de la retina, disfunción en ciertos neurotransmisores, variaciones genéticas que afectan los ritmos circadianos y niveles de serotonina (Kurlansik et al., 2012). Las terapias lumínicas, caracterizadas por la rapidez de su acción junto con su efecto antidepresivo y la elevada tolerancia por parte de los pacientes (Partonen et al., 1994), han demostrado tener efectos beneficios sobre este trastorno reduciendo la fatiga y la excesiva somnolencia diurna y aumentando la calidad de vida de los pacientes que lo padecen (Gupta et al., 2013).

1.4.4 Ansiedad

La relación entre los ritmos circadianos y la ansiedad también ha demostrado ser relevante, ya que en la población general las disrupciones en el sueño y los ritmos circadianos se encuentran

asociadas a un aumento de esta variable (Gao et al., 2015). Los mecanismos involucrados en el vínculo entre el reloj y la ansiedad aún no están del todo claros (Bersani et al., 2012). Sin embargo, existe evidencia en roedores que sugiere la implicancia de los genes reloj en los desórdenes de ansiedad. Por un lado, se ha hallado una reducción de los niveles del mRNA de *Per1* como consecuencia de la aplicación de medicación para la ansiedad, sugiriendo que la alteración circadiana de los genes reloj podría contribuir potencialmente a la acción terapéutica de estos medicamentos. Por otro lado, se ha observado una reducción de la ansiedad en ratones mutantes del gen *Clock* (Lamont et al., 2007), junto con un fuerte vínculo entre el gen *Per* y los comportamientos ansiosos (Liberman et al., 2017; Spencer et al., 2013). Sumado a ello, se cree que el eje hipotalámico-pituitario-adrenal también podría estar implicado en esta asociación, ya que en pacientes con trastorno de pánico se ha evidenciado un aumento del cortisol durante la noche y mayor amplitud de los episodios de secreción ultradiana (Abelson et al., 1996; Bandelow et al., 2000).

En humanos existen numerosos estudios que refuerzan la idea de que los ritmos circadianos y los rasgos de ansiedad, así como sus trastornos, se encuentran relacionados. Se sabe que la regularidad de los ritmos circadianos al año de vida predice los niveles de ansiedad durante la edad escolar (Monk et al., 2010). Asimismo, en individuos adultos con rasgos ansiosos, sin trastorno mental, se ha observado una mayor activación cerebral durante el sueño asociada a despertares nocturnos, sueño fragmentado, y a un aumento de la frecuencia cardíaca durante el sueño (Sysoeva et al., 2015). En adultos con insomnio o retraso en la fase de sueño se observó una mayor asociación con síntomas de ansiedad comparado con un grupo sin trastornos del sueño o de los ritmos circadianos (Benca, 2005; Sivertsen et al., 2014). Con respecto a los pacientes que sufren este trastorno, caracterizado por ansiedad y preocupación excesivas, se ha demostrado que suelen presentar alteraciones en sus ritmos circadianos. En particular, se ha hallado una

asociación significativa entre el trastorno por ataque de pánico y alteraciones del ciclo sueño-vigilia (Bersani et al., 2012), y una correlación significativa entre el trastorno de estrés post traumático y disrupciones del sueño (Maher, 2006; Uhde et al., 2009). Además, las técnicas validadas que se utilizan en los tratamientos de ansiedad para disminuir la activación como por ejemplo, la relajación muscular progresiva, la respiración diafragmática y las técnicas de imaginería guiada, son empleadas y efectivas tanto para la ansiedad elevada como para las disrupciones del sueño (Monti et al., 2000; Viens et al., 2003).

1.4.5 Trastorno Bipolar

El trastorno bipolar se caracteriza por episodios de manía y depresión que se alternan, aunque suele predominar uno sobre el otro (American_Psychiatric_Association, 2013). Los pacientes que lo padecen presentan alteraciones en la ritmicidad circadiana con desórdenes fisiológicos y comportamentales para el procesamiento del tiempo que incluyen la vida social, los patrones de alimentación y el ciclo sueño-vigilia (Abreu et al., 2015; Alloy et al., 2017; Giglio et al., 2010; Harvey, 2008; P. D. Harvey, 2011). Además, se caracteriza por una gran incidencia de disrupciones del sueño (Etain, 2011; McClung, 2007). Se ha evidenciado que los pacientes con trastorno bipolar pasan más tiempo en la cama, su sueño suele ser fragmentado y evidencian patrones irregulares e inestables del ciclo sueño-vigilia junto con un retraso en la acrofase del ritmo de melatonina (punto máximo de concentración de melatonina) comparado con pacientes controles (Bradley et al., 2017). Sumado a ello, las disrupciones en el sueño representan predictores significativos de la ideación suicida en estos pacientes (Ballard et al., 2016) y han demostrado estar correlacionadas con la desregulación emocional (Palagini et al., 2019). Se cree que existe una compleja interrelación entre las alteraciones cronobiológicas, el estado de ánimo y la desregulación emocional. Un estudio preliminar ha mostrado que la terapia cognitiva

comportamental para el insomnio promueve no solo mayor eficiencia de sueño sino también una disminución en los episodios (Harvey et al., 2015), sentando precedente respecto de la importancia del vínculo entre los aspectos cronobiológicos y psicológicos.

1.4.6 Cognición

Múltiples factores, incluyendo la presión homeostática de sueño, la inercia de sueño y la modulación circadiana pueden interactuar afectando las funciones cognitivas (Cohen et al., 2010; Czeisler et al., 1994; Grady et al., 2010; Gritton et al., 2009; Silva et al., 2010). El desempeño cognitivo varía a lo largo del día como consecuencia de la asociación de algunas de estas variables. Al despertar, por ejemplo, se ve disminuido debido a una combinación de la inercia del sueño y una baja estimulación circadiana de la activación cerebral (Wright et al., 2012). Asimismo, cuando diferentes variables externas o contextuales se mantienen constantes, las funciones cognitivas están determinadas por una combinación de factores que dependen del componente circadiano y el tiempo que llevamos despiertos (Waterhouse, 2010). Cuando se llevan a cabo tareas simples, es decir, que requieren poca demanda cognitiva, el ritmo diurno de desempeño es similar al de la temperatura corporal con un pico durante la mañana y luego durante la tarde, mientras que cuando se llevan a cabo tareas complejas, con mayor demanda cognitiva, su pico suele ser más temprano en la mañana con una caída más marcada y prematura por la tarde (Folkard, 1990).

En relación al ciclo sueño-vigilia, existe una larga tradición de estudios que examinan los trastornos del sueño y las funciones cognitivas, a la que se le ha sumado un creciente interés por aquellos aspectos de la cognición que están involucrados en el procesamiento emocional (Nota et

al., 2015). La mayoría de las investigaciones han sugerido que la privación de sueño produce una alteración en las funciones cognitivas, que depende de las características individuales de tolerancia a la falta de descanso (Giuntella et al., 2017), y además, han resaltado que el rol de la luz como sincronizador del ciclo-sueño vigilia es esencial para su correcto funcionamiento (Chellappa et al., 2011; Vandewalle et al., 2009).

Existen tres funciones en particular que han tomado gran relevancia por su asociación con los ritmos circadianos y con el ciclo sueño vigilia: la atención, la memoria y la performance ligada a contextos laborales.

La atención implica la habilidad para procesar y seleccionar un estímulo, responder al mismo y sostener respuestas específicas y eficientes por minutos u horas (Valdez, 2019). Posee un ritmo a lo largo del día que presenta sus niveles máximos durante la mañana (de 10:00 a 14:00 hs) y luego durante la tarde-noche (de 16:00 a 22:00 hs) que evidencia su íntima relación con los ritmos circadianos (Silva et al., 2010). Conocer la asociación entre estas dos variables es útil para programar actividades diarias como por ejemplo los horarios escolares y de trabajo, y la planificación de evaluaciones médicas, psicológicas y neuropsicológicas (Valdez et al., 2012). Diferentes investigaciones han demostrado que la alteración en los ritmos circadianos tiene consecuencias sobre este constructo. Tan solo una noche de sueño reducido alcanza para interferir en la atención, y suele ser la causa de muchos accidentes de tránsito (Komada et al., 2013; Philip et al., 2005). En estudios donde se manipuló experimentalmente el sueño, se hallaron cambios en la atención sostenida que covariaron con la presión homeostática y los ritmos circadianos (Durmer et al., 2005; Kline et al., 2010). En personas que padecen insomnio, se ha observado una asociación significativa entre este trastorno del sueño y la habilidad para mantener el foco de atención y un aumento de pensamientos intrusivos negativos (Baker et al., 2015).

También existe evidencia respecto de la influencia de los ritmos circadianos sobre la memoria, entendida como la habilidad para retener información y utilizarla con un propósito adaptativo (Fuster, 1995). Tal como sucede con la atención, la memoria también parece estar influenciada por el momento del día; se ha visto que en sujetos sanos el desempeño en memoria es mejor si el aprendizaje se produce durante la mañana en vez de durante la noche (Pace-Schott et al., 2013). A su vez, se ha reportado que el desempeño en memoria de trabajo disminuye a lo largo del día (Smith-Coggins et al., 2006) y con la cantidad de tiempo que llevamos despiertos (Polzella, 1975). En el mismo sentido, se ha reportado que trabajadores en turnos con amplia experiencia mostraron una disminución de su memoria a corto plazo luego de una noche de trabajo (Meijman, 1993). Sin embargo, hay otros estudios que reportan mejor desempeño durante la noche (Hidalgo et al., 2016). En relación al sueño, se ha demostrado que está íntimamente relacionado con el modo en el que las personas codifican y recuerdan experiencias (Diekelmann et al., 2010). En sujetos con insomnio, se ha observado un deterioro en la memoria de reconocimiento de objetos y en la memoria de trabajo espacial (G.-h. Chen et al., 2016), junto con la habilidad para recordar contenido emocional positivo y neutral (Chunhua et al., 2019).

La importancia de la asociación entre las funciones cognitivas y los ritmos circadianos se pone de manifiesto en diferentes ámbitos, entre los cuales se destaca el ámbito del trabajo. En este sentido, las investigaciones han comenzado a estudiar la relación entre la ritmicidad circadiana y la performance o desempeño de los individuos durante sus tareas laborales. Los estudios han puesto foco en cómo la interacción entre estas dos variables puede modular positiva o negativamente el desempeño laboral, teniendo en cuenta que este presenta un ritmo asociado a los ritmos circadianos del organismo (Condon et al., 1988; Zheng et al., 2019). A pesar de que todos los trabajos exigen cierta demanda cognitiva, existe un grupo específico de empleos que requieren especial atención ya sea por la dificultad de la tarea, las consecuencias de la misma

y/o los horarios de trabajo. Los médicos (Richardson et al., 2007), los equipos de emergencia médica (Samel et al., 2004), los paramédicos (Takeyama et al., 2009), los conductores profesionales de corta (Diez et al., 2011; José Diez et al., 2014) y larga distancia (Diez et al., 2020), los bomberos (Paterson et al., 2016) y el personal de seguridad (Condon et al., 1988), son algunas de las profesiones en las que los ritmos circadianos y el ciclo-sueño se pueden ver alterados debido a las condiciones y horarios laborales (turnos, guardias activas y pasivas). Se ha evidenciado una desincronización en los ritmos de cortisol y de melatonina en sujetos con esquemas de trabajo nocturno (Weibel et al., 2016). Los turnos nocturnos, a su vez, suelen estar asociados con un peor rendimiento, ligados a la mala comunicación, la cantidad o dificultad de la tarea y las habilidades de los trabajadores (de Cordova et al., 2016). En este sentido, se ha estudiado que una siesta de al menos 10 minutos provoca una mejora en el desempeño y en el nivel de alerta (Driskell et al., 2016; Lovato et al., 2009; Sallinen et al., 1998), aunque existen diversos factores que pueden perjudicar la eficiencia de las mismas (Driskell et al., 2016).

1.5 La Antártida como modelo de desincronización circadiana

1.5.1 El Continente Antártico

El término Antártida proviene de la fusión de dos palabras en griego, “anti” lo opuesto de y “aktos” el oso u osa. Los griegos llamaban “aktos” al Polo Norte, en referencia a la constelación de la Osa Menor que contiene la estrella polar que les permitía hallar el norte geográfico durante la noche. Por lo tanto, el nombre Antártida hace referencia a “lo opuesto al Ártico”.

A pesar de que se desconocen sus dimensiones exactas debido a la capa de hielo que cubre su perímetro, se estima que posee una superficie de 14 millones de kilómetros cuadrados. Su territorio está rodeado por los océanos Atlántico, Pacífico e Índico y los mares Wedder y Ross.

Conforma la reserva de agua natural más grande del planeta, posee el 90% de las reservas de agua dulce del mundo y es el continente de mayor altura, ya que se encuentra a 2300m sobre el nivel del mar. El "continente blanco", como se lo suele llamar, se rige por el Tratado Internacional Antártico, conformado por varios países (Argentina, Chile, Francia, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, Nueva Zelanda, Noruega, Bélgica, Japón y Estados Unidos, entre otros) que poseen ocupación permanente para llevar a cabo actividades científicas y de investigación conservando el medio ambiente. Debido a su localización y a la inclinación del eje terrestre respecto del plano de órbita del planeta, recibe menor radiación solar provocando las bajas temperaturas que caracterizan a este continente. Para describir las temperaturas en esta región, es necesario identificar dos áreas diferenciadas: las zonas costeras y la Meseta Polar. En las primeras, la temperatura oscila entre 0ºC durante el verano y hasta -30ºC en el invierno. En cambio, en la región de la Meseta polar las temperaturas se vuelven más extremas y alcanzan los -20ºC durante el verano y descienden a -60º en períodos invernales. Los vientos suelen ser fríos y secos con un diseño circular y pueden alcanzar hasta los 200 km/h. Las precipitaciones son escasas debido a su altura, su posición polar y sus vientos.

1.5.2 La Antártida Argentina

La Argentina proclama la soberanía sobre el territorio definido por el paralelo 60º Sur y el Polo Sur, y los meridianos 25º y 74º de longitud Oeste, denominado "Sector Antártico Argentino". Su superficie es de aproximadamente 1.461.597 km2, de los cuales 965.314 km2 son de tierra firme. Dentro del territorio argentino hay 13 bases, de las cuales 6 son permanentes, es decir, que están operativas todo el año, y las 7 restantes son temporarias, se encuentran activas durante las campañas de verano (Figura 1.6).

Figura 1.6 Bases antárticas argentinas permanentes y temporales

Mapa de la Antártida Argentina con sus 6 bases permanentes (Belgrano II, San Martín, Carlini, Orcadas, Esperanza y Marambio) y sus 7 bases temporales (Decepción, Primavera, Melchior, Brown, Cámara, Petrel y Matienzo).

1.5.3 Fotoperíodos extremos en la Base Belgrano II

La Base Belgrano II es la base permanente más austral de la Argentina y la tercera más austral de las bases permanentes a nivel mundial. Se encuentra ubicada a 1300 km del Polo Sur sobre el Nunatak Bertrab (77º 51´S y 34º 33´W), en la bahía de Vahsel sobre la costa Confín en la Tierra de Cotas. Fue fundada con fines científicos en 1979 y heredó su nombre luego de que la antigua Base Belgrano, fundada en 1955, fuera desactivada por peligro de desprendimiento de la

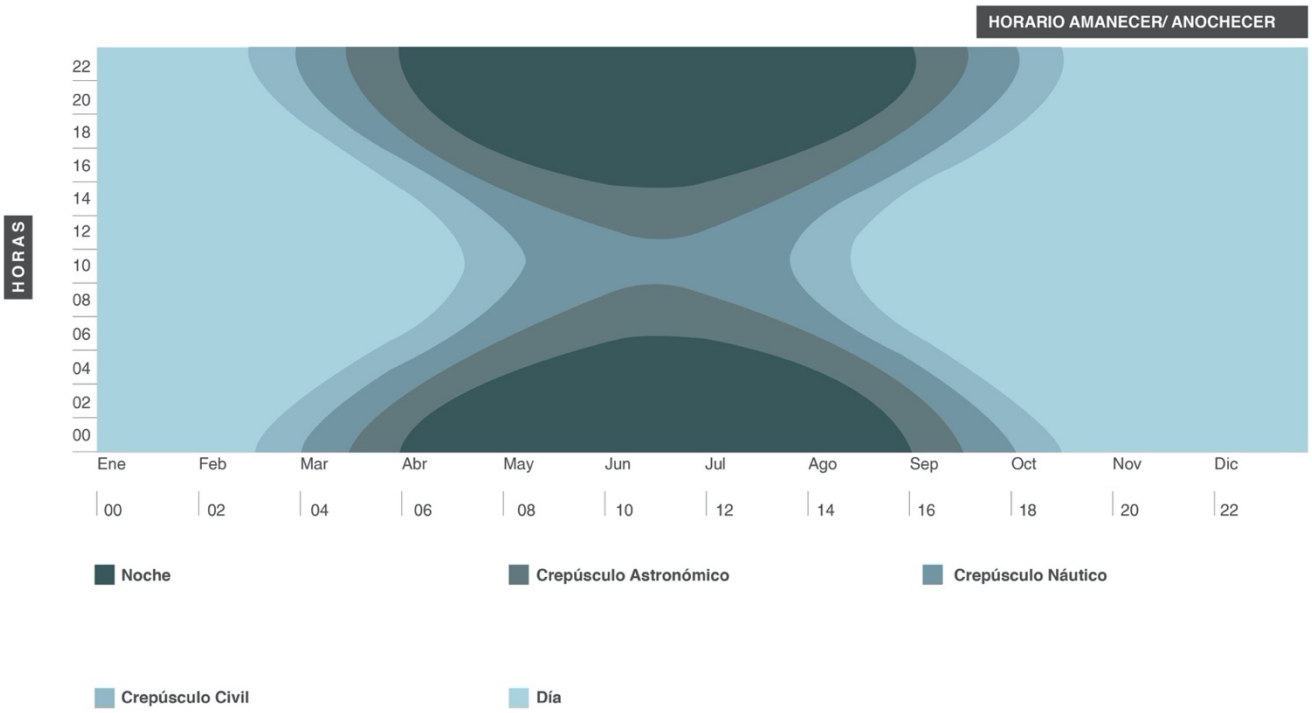
barrera de los hielos Flichner en donde se ubicaba. Desde la Base Belgrano II se llevaron a cabo las dos expediciones más reconocidas en la historia del continente blanco que lograron alcanzar el Polo Sur. Su temperatura puede llegar hasta los -54º durante el invierno y se caracteriza por un clima seco con fuertes vientos. También es conocida por sus auroras australes o polares que evidencian el choque de las partículas solares con nuestra atmósfera (Figura 1.7).

Figura 1.7 Base Belgrano II

Foto de la Base Antártica Argentina Belgrano II durante la noche polar.

Una de las características más reconocidas de la Base Belgrano II es su fotoperiodo extremo. Tal como muestra la Figura 1.8, la misma posee cuatro meses de noche polar (oscuridad constante) y cuatro meses de día (luz solar constante).

Figura 1.8 Fotoperíodo Base Belgrano II



Fotoperíodo a lo largo de un año en la Base Belgrano II. El eje vertical refleja los horarios del día y el eje horizontal el mes del año. Podemos observar la cantidad y el tipo de luz que hay según el mes y el horario. (Fuente:www.timeandate.com)

En la Tabla 1.1 se pueden observar los horarios de la salida y la puesta del sol junto con la cantidad de horas de luz natural promedio por día durante cada uno de los meses de marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre.

Tabla 1.1 Condiciones de luz natural en la Base Belgrano II

	Salida del sol	Puesta del sol	Luz Natural (horas por día)
Marzo	04:31	18:19	17,5
Mayo	Noche polar		0
Julio	Noche polar		0
Septiembre	05:54	16:36	14
Noviembre	Día polar		24

Nota: Los datos muestran la salida y puesta del sol y las horas de luz natural por día durante el año 2014, las diferencias en estos parámetros de año a año son despreciables (Fuente: www.timeanddate.com).

Como hemos mencionado anteriormente, la información lumínica es considerada una de las fuentes principales de sincronización del reloj central, y la escaza o nula exposición a ella puede desencadenar innumerables desajustes en el funcionamiento de la fisiología humana. Por lo tanto, las variaciones extremas en el fotoperíodo convierten a la Base Belgrano II en un escenario natural en la Tierra, que sirve como modelo para estudiar la influencia de la luz natural sobre los ritmos circadianos. Representa un contexto en el que se puede explorar cómo las condiciones constantes de luz natural inciden en el marcapasos central, cuáles son los mecanismos y las consecuencias que trae aparejada la adaptación humana a este contexto extremo.

La Base Belgrano II es ocupada y mantenida cada año por alrededor de 20 personas que forman parte del personal militar del Comando Conjunto Antártico. Se trasladan hacia la Base en el Rompehielos ARA Almirante Irízar, donde llevan los recursos necesarios para abastecerse durante toda la invernada. Comienzan su viaje hacia la Antártida a fines de diciembre o principios de enero y tardan cerca de un mes en llegar a destino. Debido a que es una Base a la que no es

fácil acceder, se pueden tardar varios días en llegar desde otras bases, la tripulación debe asegurarse de tener el equipamiento e insumos necesarios para lograr su supervivencia a lo largo de toda la expedición. El personal designado lleva a cabo durante todo el año tareas relacionadas al mantenimiento de la base, tareas domésticas y tareas científicas. La tripulación tiene un esquema de trabajo fijo de ocho horas (9 am - 6 pm) de lunes a viernes, con horarios precisos para desayunar, almorzar y cenar. La Base está conformada por una casa principal de alrededor de 500 m2 en la que se encuentran las habitaciones, que cuentan con cortinas "blackout" y una iluminación de 300 luxes aproximadamente, la cocina y espacios de esparcimiento, el Laboratorio, la Casa de Emergencia/Enfermería, la Usina, la Radioestación/ Oficina Meteorológica, el Taller de mecánica, carpintería y electricidad, el Depósito de insumos, el Parque automotor donde se guardan los vehículos, el Galpón de Ozonosondeos, el Depósito de repuestos y elementos de montañas. Belgrano II es considerada una de las bases más desafiantes para invernar, tanto por sus características meteorológicas, sus patrones de luz extremo, su interacción social limitada como por sus condiciones de aislamiento.

1.5.4 Aspectos psicológicos de la adaptación humana en la Antártida Argentina

La Argentina posee una larga tradición de investigaciones sobre la adaptación humana en la Antártida que incluye estudios vinculados al estado de ánimo, las habilidades de afrontamiento, las consecuencias psicológicas e incluso el análisis de eventos traumáticos durante las expediciones. Entre los más relevantes, se ha descubierto que las estrategias de afrontamiento pueden servir como predictores psicosociales de la adaptación durante el aislamiento antártico. Se ha observado que los niveles altos de Reinterpretación positiva, Afrontamiento activo y Planificación al comienzo de la expedición se asocian posteriormente con estados de ánimo positivos (Barbarito et al., 2009). También se llevaron a cabo estudios comparando bases

antárticas argentinas con bases canadienses, que mostraron que a pesar de que la dotación argentina evidenció mayor orientación hacia el contacto social, los patrones de ansiedad se mantuvieron sin diferencias y estables a lo largo de una campaña de invierno (Mocellin et al., 1991). Además, se realizaron estudios que permitieron identificar las características culturales de los participantes de las expediciones argentinas en la Antártida, mostrando que comparten una idea positivista de la naturaleza del hombre junto con una visión colectiva de las relaciones humanas, y un interés particular por la naturaleza y el medioambiente (Barbarito, 2003).

Los estudios sobre los cambios en el estado de ánimo y los mecanismos de afrontamiento durante períodos prolongados en la Antártida Argentina han sumado evidencia en relación al impacto que tiene este contexto extremo sobre la afectividad desde una perspectiva únicamente psicológica. Las variaciones en las condiciones de luz derivadas del fotoperiodo extremo de la Base Belgrano II junto con el debilitamiento de las claves sociales como consecuencia de la duración del aislamiento, promueven el desajuste del sistema circadiano. Debido a que la conexión entre los ritmos circadianos y el estado de ánimo es cada vez más evidente, resulta interesante indagar respecto de los cambios en la afectividad junto a las variaciones en los ritmos provocadas por este ambiente extremo, teniendo en cuenta una perspectiva que entrelace los aportes de la psicología y la cronobiología.

1.5.5 La Antártida como análogo espacial

Los cambios en estado de ánimo, las disrupciones emocionales y los desórdenes psicológicos que se ponen de manifiesto en la adaptación humana a latitudes extremas, son similares a los principales fenómenos que se observan durante los viajes espaciales. Debido a esta similitud y a que las misiones espaciales representan el único escenario real donde se pueden

explorar y controlar las variables implicadas en un viaje espacial (Suedfeld, 2016), los investigadores han comenzado a utilizar escenarios terrestres que pueden servir para evaluar diferentes factores asociados a la exploración espacial. Por un lado, los contextos de simulación son creados específicamente con el propósito de replicar algunas de las condiciones presentes en un vuelo espacial y han demostrado ser de gran utilidad, entre ellos encontramos proyectos como Capsuls (Agencia espacial canadiense) (Suedfeld, 2003), ISEMSI (Agencia Espacial Europea) (Værnes et al., 1993), y más recientemente Mars500 (Rusia y la Agencia Espacial Europea) (Tafforin, 2013). Por el otro, los llamados "análogos espaciales", son lugares que existen con otro propósito pero que son útiles para reproducir y estudiar algunas de las variables con las que un sujeto tendría que lidiar durante una misión espacial (Suedfeld, 1991). Existen diversos análogos en la Tierra que pueden colaborar en enriquecer nuestro conocimiento respecto de los desafíos espaciales y ayudar a pensar en posibles intervenciones para ampliar la adaptación del ser humano a este contexto (Corbett et al., 2012; Vigo et al., 2013). Algunos de los más utilizados son: los submarinos, las bases y campamentos polares, junto con pequeños puestos aislados como estaciones meteorológicas y estaciones de radares (Suedfeld, 2010). En este sentido, la Antártida posee una larga tradición en estudios llevados a cabo en sus bases debido a que comparten algunas de las condiciones que deben enfrentar los astronautas durante un viaje espacial como, por ejemplo, el aislamiento, el confinamiento, el peligro, la novedad e incomodidad (Suedfeld, 2018). Se han realizado numerosas investigaciones en diversas bases antárticas de diferentes países con el fin de contribuir al conocimiento sobre la exploración espacial (Josephine Arendt et al., 2018; Mairesse et al., 2019; Pillon et al., 2004; Sauer et al., 1999; Wegener et al., 2016). A pesar del valor de los resultados de todos estos estudios, la Argentina posee una de la bases más requeridas y reconocidas internacionalmente para el estudio de estas variables. Belgrano II representa uno de los escenarios experimentales más fieles como análogo espacial, ya que, reúne en único sitio muchas características ambientales específicas que no se reproducen en otras bases.

En primer lugar, se encuentra a 1300 km del Polo Sur, es decir, que es considerada una de las bases más aisladas. Esto significa que, de requerirse ayuda o auxilio es de difícil acceso, por lo tanto, las dificultades deben ser sorteadas con los recursos del lugar, tal como si sucediera en el espacio. En segundo lugar, es una base que se encuentra al nivel del mar, esto permite explorar las variables de interés dejando por fuera factores que puedan modular y alterar los resultados como puede ser, por ejemplo, la hipoxia (Porcelli et al., 2017). Suma a ello, a diferencia de muchas bases internacionales, Belgrano II presenta condiciones de confinamiento, sólo alrededor de unas 20 personas conviven en la base a lo largo de un año completo. Durante este período no hay recambio de personal ni estadías breves de otras personas, como sí ocurre en bases vecinas (Palinkas, 2001).

Incluso antes del primer vuelo espacial, los psicólogos comenzaron sus estudios acerca del efecto del aislamiento, el confinamiento y la restricción de movimiento (Santy, 1994). Los trabajos han centrado su atención en diferentes dimensiones psicológicas que pueden verse afectadas en el espacio y que, a su vez, pueden ser estudiadas en sus análogos. Numerosos trabajos han resaltado el impacto del confinamiento y el aislamiento sobre las variables psicológicas, describiendo cambios en los estados emocionales causados por estas condiciones (M. Nicolas et al., 2016). Otros han hecho foco en la importancia de la exposición a la luz para mantener las funciones psicofisiológicas en el espacio (Dijk et al., 2001) que, como ya ha sido mencionado, podrían cumplir un rol fundamental en los desórdenes afectivos (Paakkonen et al., 2008). En este sentido, los cambios en el estado de ánimo, las disrupciones emocionales y los desórdenes psicológicos han sido identificados como algunos de los principales fenómenos que se observan y se estudian en la Antártida como análogo espacial.

1.6 Planteo del Problema

El estudio de los ritmos circadianos y su interrelación con el estado del ánimo y la cognición cumplen un rol fundamental en nuestra sociedad actual que demanda estar activos 24/7 (Fisk et al., 2018; Kelly et al., 2018). La creación de la electricidad como el eslabón inicial de una ola de cambios que incluye los trabajos en turnos, la exposición a pantallas durante la noche y una vida mayormente atravesada por la luz artificial a expensas de una disminución de la exposición a la luz natural, le han impuesto a nuestro cuerpo un cambio ambiental tan grande que ha resultado en una suma de efectos perjudiciales para nuestra fisiología. La desincronización de los ritmos circadianos junto con los desórdenes afectivos como consecuencia de la modificación constante de las rutinas diarias, el trabajo o vida nocturna, y la falta de exposición a la luz solar traen acarreados múltiples trastornos de salud y accidentes laborales (James et al., 2017; Rosekind, 2005). A pesar de que las consecuencias negativas de la desregulación de los ritmos circadianos son bien conocidas, aún queda por dilucidar los mecanismos subyacentes e identificar de forma precisa el peso de cada una de estas variables ambientales sobre estos efectos. Por lo tanto, nuestro presente requiere de estudios que indaguen los mecanismos asociados a estos desórdenes junto con la creación de medidas de intervención para hacer frente a los mismos.

Dos de los principales mecanismos de sincronización de nuestro reloj biológico son la exposición a la luz y las claves sociales (Czeisler, 1999; Ralph E. Mistlberger et al., 2004; Roenneberg et al., 1997). Las investigaciones que manipulan ambas variables suelen ser eficaces en medir su impacto sobre la fisiología humana, pero carecen de validez ecológica. Este tipo de estudios se llevan a cabo en ambientes donde existe un máximo control de las variables a medir pero que no reflejan adecuadamente la complejidad del fenómeno. A su vez, la relación entre los factores cronobiológicos y los factores anímicos y cognitivos cada vez suma más evidencia (Grandin et al., 2006; Schmidt et al., 2007). En este sentido, la Base Antártica Belgrano II, gracias a

su fotoperiodo extremo y sus condiciones de aislamiento y confinamiento, permite analizar la modulación de dos de las variables contextuales más relevantes para la sincronización del reloj biológico de manera ecológica y, a su vez, evaluar su impacto sobre diferentes parámetros circadianos, afectivos y cognitivos. Tanto la actividad como el sueño y el cronotipo han demostrado ser robustos y valiosos indicadores del funcionamiento del sistema circadiano. Mientras que el estudio del ciclo sueño-vigilia en la Antártida ha sumado gran evidencia, aún queda mucho por explorar en relación a los cambios en los patrones de actividad y las variaciones individuales ligadas al cronotipo. Debido al aislamiento prolongado que deben enfrentar las tripulaciones antárticas junto con el impacto, ya conocido, del fotoperíodo, las variables anímicas, el modo de afrontar los estresores que implica una expedición de estas características y los vínculos entre los participantes han despertado gran interés en las investigaciones en ambientes extremos. Sin embargo, el estudio de estas variables se ha llevado a cabo individualmente, sin tener en cuenta la posible interrelación entre las mismas. En este sentido, es interesante indagar cómo el estado de ánimo, los recursos individuales para lidiar con los estresores y las dinámicas grupales interactúan entre sí promoviendo o actuando en detrimento de la adaptación a ambientes extremos. Por último, el desempeño cognitivo tiene un papel fundamental no sólo en el cumplimiento de los objetivos de las expediciones, sino también en la disminución de riesgos que garanticen la seguridad de los miembros de la tripulación. Para ello, se necesitan evaluaciones breves, sencillas y eficaces con el fin de detectar cambios en el desempeño cognitivo que puedan significar un riesgo para la expedición. Estudios previos han intentando utilizar pruebas de reacción simple con este fin, que han arrojado resultados no concluyentes. En este sentido, la prueba de estimación temporal, representa una oportunidad para poner a prueba una evaluación más sensible que pueda servir como “screening” para evaluar el desempeño cognitivo de manera rápida y eficaz.

En resumen, este estudio pretende arrojar luz sobre los desajustes circadianos, afectivos y cognitivos causados por cambios extremos en el ciclo luz-oscuridad y en las claves sociales. La Base Belgrano II servirá como modelo para evaluar de manera ecológica los cambios en el cronotipo y el ritmo circadiano de actividad. Se estudiarán las variaciones en el estado de ánimo, las estrategias de afrontamiento y las dinámicas grupales, y su posible asociación dentro de este escenario experimental. Por último, se implementará la tarea de estimación temporal como posible herramienta de evaluación del desempeño cognitivo. El estudio de todas estas variables estará atravesado por la modulación del fotoperiodo extremo y la duración del aislamiento.

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 Hipótesis general

Los cambios en el fotoperíodo (luz constante en verano y oscuridad constante en invierno) y la duración del aislamiento provocan alteraciones en los parámetros circadianos, la afectividad y el desempeño cognitivo.

2.2 Hipótesis específicas

1. Los cambios en el fotoperíodo producen variaciones en los parámetros circadianos, la afectividad y el desempeño cognitivo. Los patrones de estas variables, modulados por el fotoperíodo, evidenciarán variaciones durante la noche polar, que se diferenciarán de las halladas al comienzo y al final de la expedición.
2. La duración del aislamiento impactará sobre los parámetros circadianos, la afectividad y el desempeño cognitivo. Los patrones de estas variables mostrarán variaciones progresivas a lo largo de campaña, evidenciando una pendiente modulada por la cantidad de días que lleva la expedición.

2.3 Objetivo general

El objetivo general de este trabajo es evaluar las consecuencias de la exposición a fotoperíodos extremos y la duración del aislamiento características de la Base Belgrano II sobre los parámetros circadianos, la afectividad y el desempeño cognitivo.

2.4 Objetivos específicos

1. Determinar el impacto del fotoperíodo extremo y la duración del aislamiento sobre el cronotipo y el ritmo circadiano de actividad.
2. Determinar el impacto del fotoperíodo extremo y la duración del aislamiento sobre la afectividad, las estrategias de afrontamiento y las dinámicas grupales.

3. Determinar el impacto del fotoperíodo extremo y la duración del aislamiento sobre el desempeño cognitivo en tareas de estimación temporal.

3. CRONOTIPO Y RITMO CIRCADIANO DE ACTIVIDAD

3.1 Introducción

Existen tres “relojes” que organizan nuestra vida cotidiana (Roenneberg et al., 2003) y modulan nuestros ritmos fisiológicos y comportamentales. En primer lugar, el “reloj solar” que provee luz y temperatura cálida durante el día, y contribuye a que nos mantengamos activos durante el día y durmamos durante la noche determinando nuestro nicho biológico (Wright et al., 2013). Luego el “reloj social”, que incluye los horarios de alimentación, de trabajo, de descanso y el tiempo de esparcimiento, y nos sincroniza con la sociedad y nuestras obligaciones (Till Roenneberg et al., 2012). Por último, el reloj biológico que en la vida habitual se sincroniza al período del reloj solar (24 horas) (Rajaratnam et al., 2001) y permite preparar a nuestro cuerpo para adaptarse a las demandas ambientales. Sin la influencia de los otros dos relojes, es decir, en condiciones constantes, el reloj biológico se encuentra en libre curso o lo que se conoce como “free-running” manteniendo las oscilaciones rítmicas pero ahora con su período endógeno, que si bien es cercano a 24 horas, es ligeramente superior (24.5 – 24.7 hs.) (Roenneberg et al., 2003). La interrelación entre estos tres relojes provee el equilibrio necesario para que nuestro organismo este preparado para cada momento del día. Cuando alguno de ellos se desajusta o falla, los ritmos se desincronizan generando consecuencias negativas para nuestra salud (Golombek et al., 2013). Si bien estos mecanismos son comunes a todos los seres humanos, existen diferencias individuales vinculadas a la edad, la etapa de desarrollo o a las predisposiciones genéticas que alteran la relación de fase entre el ritmo de actividad y el del reloj solar (Fischer et al., 2017). En este sentido, se ha estudiado que existe una tendencia en el horario para dormir y levantarse, que tiene al menos parcialmente bases genéticas, y se denomina cronotipo (Roenneberg et al., 2003). En un comienzo, el estudio del cronotipo se basó en preferencias de los sujetos obtenidas mediante autoreportes. Se les preguntaba a los participantes cuáles de las situaciones hipotéticas que se les presentaban asumían que les resultarían más agradables, y de acuerdo a ello se los

clasificaba en “matutinos” o “vespertinos” (Horne and Ostberg Morningness-Eveningness Questionnaire -MEQ) (Horne et al., 1976). Luego, y gracias a los aportes de Till Ronnenberg, se empezó a dejar de lado esta perspectiva y empezó a tomar más relevancia el componente genético detrás de esta preferencia (Roenneberg et al., 2019; Roenneberg, Wirz-Justice, et al., 2016). En la actualidad, el cronotipo se define como las diferencias individuales en la relación de fase de “entrainment”[1] (relación de fase entre el zeitgeber y el reloj endógeno) (Roenneberg, 2012; Roenneberg et al., 2013). El cronotipo refleja una variable continua, no categórica, que puede cambiar de acuerdo a la fuerza del zeitgeber, es decir, que depende tanto de la intensidad de la luz a la que estemos expuestos durante el día, como del grado de oscuridad a la que nos expongamos durante la noche (Roenneberg, Daan, et al., 2016).

Debido al fotoperíodo extremo y las condiciones de aislamiento, la Antártida posee características especiales para estudiar qué sucede con el reloj biológico cuando el reloj solar y el reloj social se ven alterados. En relación a las claves sociales (reloj social), se sabe que aunque no son tan poderosas como la luz (R. E. Mistlberger et al., 2004), intervienen en la sincronización de los ritmos circadianos (Duffy et al., 1996). A pesar de que generalmente las bases antárticas poseen rutinas definidas con horarios para las diferentes actividades diarias (J. Arendt et al., 2018), la cantidad de días de aislamiento y confinamiento en un lugar que puede volverse monótono puede ser un factor que altere esta variable. Se ha observado que la ausencia de una rutina o el tiempo libre de vacaciones puede impactar sobre el ciclo sueño-vigilia (Korczak et al., 2008; Wittmann et al., 2006), evidenciado en un retraso de la fase de sueño durante el invierno polar (N. Chen et al., 2016).

Las condiciones de luz (reloj solar) en este contexto presentan cuatro meses de oscuridad y cuatro meses de luz constantes, promoviendo un entorno capaz de lograr que el reloj biológico

[1] Se decidió utilizar el término en inglés ya que sus traducciones al castellano, como por ejemplo “entrenamiento”, no reflejan con exactitud el concepto citado.

entre en libre curso. En este sentido, existen antecedentes en los que se observó el fenómeno de "free-running", por ejemplo durante una expedición invernal en el Cabo Evan (Kennaway et al., 1991). Otros estudios también han encontrado un retraso en la fase de secreción de melatonina durante el invierno (Arendt, 2012; N. Chen et al., 2016) y una disminución de las horas de sueño (Folgueira et al., 2019). Asimismo, se ha hallado un desfasaje en el inicio de sueño entre los días de semana y los fines de semana durante la noche polar (Arendt, 2012), exhibiendo el fenómeno que se conoce como jet lag social (Roenneberg et al., 2003; Wittmann et al., 2006). La ausencia de luz natural junto con la baja intensidad de la luz artificial parecen afectar no sólo a los patrones de sueño-vigilia sino también a los cronotipos, promoviendo un cambio hacia cronotipos más tardíos durante el invierno (N. Chen et al., 2016). Además, las condiciones de luz impactan diferencialmente a los cronotipos tempranos o matutinos que a los cronotipos tardíos o vespertinos. Durante una campaña de verano, se han hallado adelantos del inicio de secreción de melatonina para los cronotipos tardíos y un retraso en la misma variable y en el horario de inicio de sueño para los cronotipos tempranos (Silva et al., 2019).

El objetivo de este capítulo es estudiar el impacto del fotoperíodo extremo y el aislamiento sobre el cronotipos y el ritmo circadiano de actividad a lo largo de un año de aislamiento en la Base Belgrano II. Realizaremos comparaciones entre los días de semana y fin de semana para la variables de sueño y actividad y llevaremos a cabo comparaciones entre los cronotipos matutinos y vespertinos. Nuestra hipótesis es que los ritmos circadianos se verán alterados por la ausencia de luz solar, promoviendo retrasos de fase provocados por los cambios en el fotoperíodo y la duración del aislamiento.

3.2 Materiales y Métodos

Diseño y sujetos

Este es un estudio observacional, analítico y longitudinal llevado a cabo en la Base Antártica Argentina Belgrano II.

La muestra (N=83) estuvo conformada por sujetos sanos con características antropométricas similares, miembros del Ejército Argentino, destinados a participar de las campañas de invierno (marzo-enero) en la Base Belgrano II de los años 2014, 2016, 2017, 2018 y 2019. Todos los sujetos participaron voluntariamente de esta investigación, dando su consentimiento escrito luego de conocer los objetivos y la naturaleza del estudio. Esta investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad Nacional de Quilmes y fue llevado a cabo de acuerdo a la Declaración de Helsinki y sus enmiendas.

Mediciones

Cronotipo y ritmo sueño-vigilia

Con el fin de evaluar el cronotipo se administró el Cuestionario de Cronotipo de Munich [Munich Chronotype Questionnaire -MCTQ] (Roenneberg et al., 2003). Este cuestionario incluye preguntas respecto de los hábitos de sueño durante los días de trabajo y los días libres y permite evaluar diferentes parámetros ligados al sueño, el cronotipo y el jet lag social. El cálculo del cronotipo se basa en la presunción de que el horario para dormir durante los días libres está altamente influenciado por el reloj circadiano. Por lo tanto, el cronotipo debería ser calculado durante los días en los que los participantes no utilizan alarma para despertarse (Roenneberg et al., 2015).

Se evaluó a toda la muestra (N=83) una vez durante los meses de marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre.

Las variables que se utilizaron para llevar a cabo los análisis son:

1) Duración de sueño (DS): (Hora de levantarse - Minutos para levantarse) – (Hora de acostarse + Minutos de conciliación); si el horario de acostarse era posterior a las 24:00;

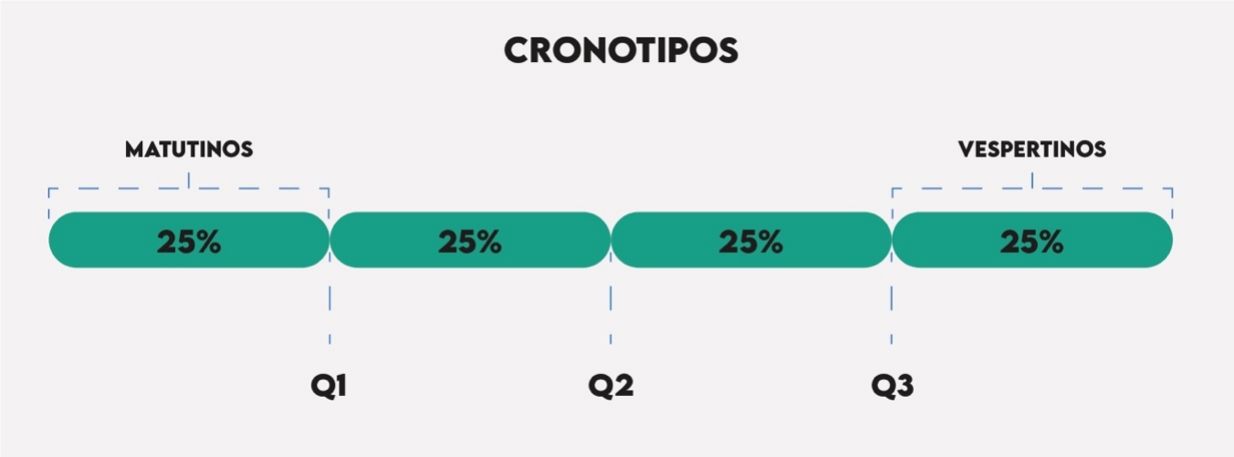
   24 + (Hora de levantarse – Minutos para levantarse) – (Hora de acostarse + Minutos de conciliación); si el horario de acostarse era anterior a las 24:00.

2) Duración de sueño durante los días de trabajo (DST): Ídem DS pero calculado teniendo en cuenta solamente los días de trabajo
3) Duración de sueño durante los días libres (DSL): Ídem DS pero calculado teniendo en cuenta solamente los días de libres
4) Mid-Sleep durante los días de trabajo (MST): Hora en la que concilió el sueño durante los días de trabajo + DST/2
5) Mid-Sleep durante los días libres (MSL): Hora en la que concilió el sueño durante los días libres +DSL/2
6) Cronotipo (MSLsc): MSL – 0,5* (DSL – (5*DST+2*DSL)/7)
7) Jet lag social: MSL – MST
8) Siesta durante los días de trabajo (ST): Duración de Siestas durante los días de trabajo
9) Siesta durante los días libres (SL): Duración de Siestas durante los días libres
10) Latencia de conciliación durante los días de trabajo (LCT): Minutos que tarda entre que se acuesta y logra dormirse durante los días de trabajo
11) Latencia de conciliación durante los días libres (LCL): Minutos que tarda entre que se acuesta y logra dormirse durante los días libres

12) Latencia para levantarse durante los días de trabajo (LLT): Minutos que tarda en levantarse durante los días de trabajo
13) Latencia para levantarse durante los días libres (LLD): Minutos que tarda en levantarse durante los días libres
14) Alerta Subjetiva (AS): Horario en el que se siente despierto durante los días de trabajo y los días libres
15) Caída de energía (CE): Horario en el que siente una caída de la energía durante los días de trabajo y los días libres

Luego de llevar a cabo el análisis de estas variables a lo largo del año, se estudiaron las diferencias entre los cronotipos matutinos y vespertinos (Figura 3.1). Para ello, se promediaron los valores de cronotipo obtenidos por cada sujeto en cada uno de los meses de medición. Se dividió la muestra en cuartiles, aquellos sujetos cuyos cronotipos se encontraban dentro del primer cuartil fueron incluidos en el grupo de matutinos, y aquellos participantes cuyos cronotipos correspondían con el cuarto cuartil fueron incluidos en el grupo de vespertinos.

Figura 3.1 Cronotipos



División de la muestra en cuartiles. Los sujetos cuyos cronotipos entraron en el primer cuartil fueron asignados al grupo de matutinos, mientras que los participantes cuyos cronotipos quedaron en el último cuartil conformaron el grupo de los vespertinos.

Para evaluar la actividad se utilizaron actígrafos Actiwatch (AW) Sprectrum Plus (Respironics, Koninklijke Philips N.V., Amsterdam, Países Bajos). Dieciséis participantes (n=16) del total de la muestra, pertenecientes a la misma campaña antártica, utilizaron los actígrafos las 24hs del día a lo largo de un año de aislamiento antártico. La frecuencia de muestreo fue de cinco minutos. El registro del ritmo de actividad se descargó a través del software propio de los relojes (Philips Actiware 6). El análisis de los datos se realizó mediante el software "El Temps" (El Temps©, A. Díez Noguera, Universidad de Barcelona, España) que integra en un único programa de computadora todos los procedimientos cronobiológicos necesarios para el análisis de datos.

Para analizar los cambios a lo largo de la campaña se llevaron a cabo cosinores (ajuste de los datos a una función coseno, realizada por el mínimo de los cuadrados, que permite parametrizar la onda obteniendo valores de interés como la amplitud, el mesor, fases, etc.) y waveforms (gráfico en forma de onda, que resume los datos de actividad en un día promedio) para cada sujeto en cada uno de los meses a lo largo de todo el año y se analizaron los siguientes parámetros: Media de actividad (nivel medio de actividad comprendida durante el período de

interés), Inicio de actividad (primer momento del día en el que la actividad cruza la media y se mantiene por encima de ella por más de 120 minutos), Fin de actividad (último momento del día en el que la actividad alcanza la media y se mantiene por debajo de ella por más de 120 minutos), Intervalo de actividad (minutos que dura la fase activa), Porcentaje total del tiempo de actividad (porcentaje de tiempo del período de actividad), Área (el área debajo de la curva de actividad en función del tiempo), Porcentaje del área (porcentaje del área de interés con respecto al área total), Centro de gravedad (momento del día en el que se distribuye uniformemente la mayor cantidad de actividad), Mesor, Amplitud, Acrofase, Porcentaje de varianza explicada y Ángulo de fase (diferencia de tiempo entre el inicio de actividad y la fase de inicio del día – 8:00 am, hora del desayuno). A continuación se analizaron los mismos parámetros para cada sujeto pero se dividieron los datos de actividad en dos grupos: días de semana y días de fin de semana, y se compararon los registros de marzo, julio y diciembre.

Análisis estadístico

Todos los análisis se llevaron a cabo con el paquete estadístico GraphPad Prism 8.

Los parámetros del cuestionario de Munich no segregados por días de trabajo y días libres se evaluaron a través de un modelo lineal de medidas repetidas, introduciendo el factor “Mes” como variable independiente y realizando un análisis post-hoc de comparaciones múltiples mediante el método de Bonferroni.

Los parámetros del cuestionario de Munich segregados por días de trabajo y días libres se evaluaron a través de un modelo lineal de medidas repetidas, introduciendo los factores “Mes”, “Día” y la interacción “Mes X Día” como variables independientes y realizando un análisis post-hoc de comparaciones múltiples mediante el método de Bonferroni.

La asociación entre el cronotipo y el jet lag social para los meses de marzo, julio y noviembre se llevó a cabo a través del test de correlaciones de Pearson (r).

La comparación de medias de los parámetros del cuestionario Munich entre el grupo de cronotipos matutinos y el grupo de cronotipos vespertinos durante los días de trabajo y los días libres se evaluó mendiante una prueba de T-Student.

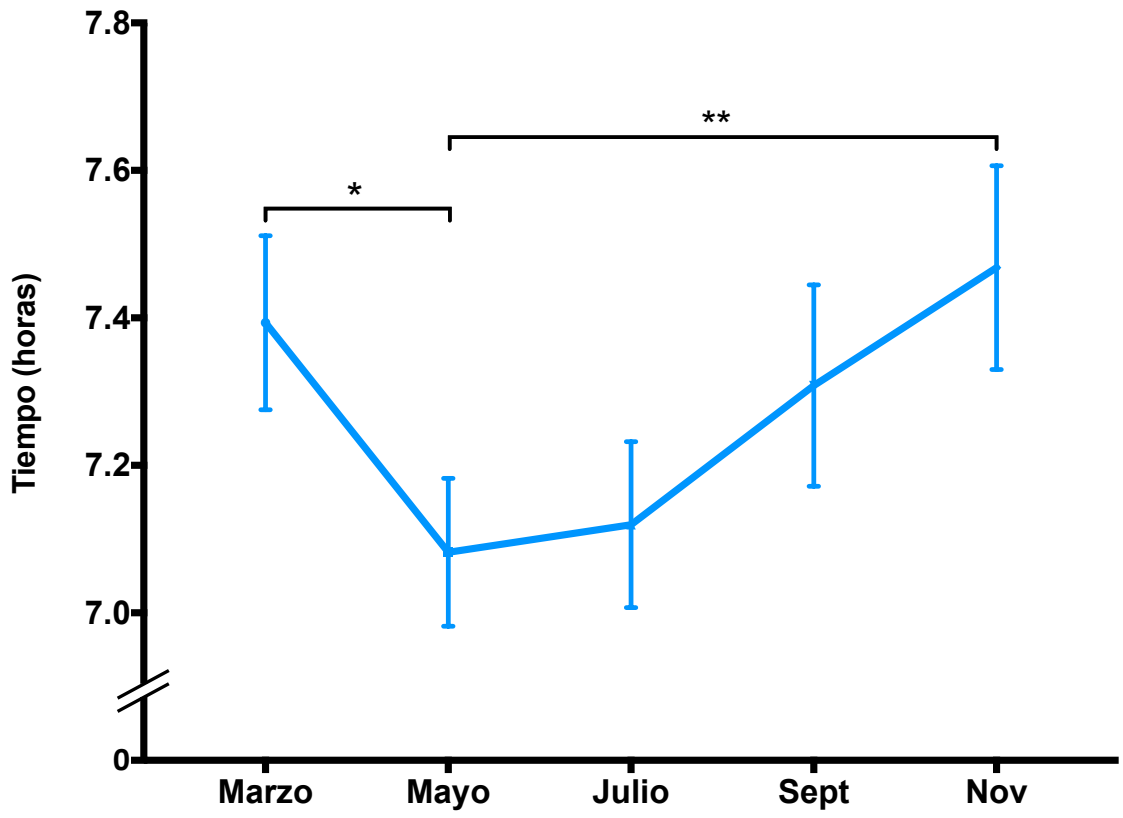
Los parámetros de actividad obtenidos de los cosinores y las waveforms, no segregados en días de trabajo y días libres, se evaluaron a través de un modelo lineal de medidas repetidas, introduciendo el factor “Mes” como variable independiente y realizando un análisis post-hoc de comparaciones múltiples mediante el método de Bonferroni.

Los parámetros de actividad obtenidos de los cosinores y las waveforms, segregados en días de trabajo y días libres para los meses de marzo, julio y diciembre se evaluaron a través de un modelo lineal de medidas repetidas, introduciendo los factores “Mes”, “Día” y la interacción “Mes X Día” como variables independientes y realizando un análisis post-hoc de comparaciones múltiples mediante el método de Bonferroni.

3.3 Resultados Cronotipo

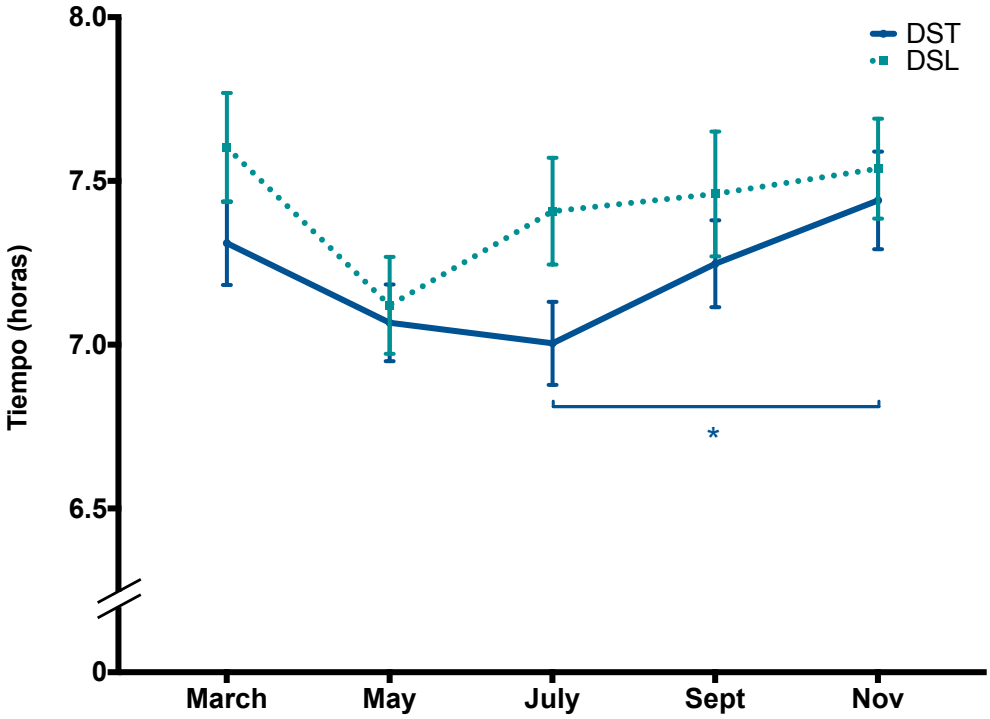
La **Duración de sueño** promedio entre días de trabajo y días libres varió significativamente a lo largo del año (Tabla 3.1) [Figura 3.2]. El análisis post-hoc mostró una disminución de las horas de sueño durante los meses de mayor oscuridad evidenciado en diferencias significativas entre Marzo > Mayo y Mayo < Noviembre. Al dividir la duración de sueño en los días de trabajo y los días libres se halló un impacto estacional (Tabla 3.1) [Figura 3.3], reflejado en una diferencia significativa entre Julio < Noviembre. No se encontraron diferencias significativas para la Interacción ni para el Factor Día.

Figura 3.2 Duración de sueño



La duración de sueño se vio disminuida durante los meses de mayor oscuridad. Modelo mixto de medidas repetidas p< 0.003, seguido de un análisis post-hoc mediante Bonferroni Marzo > Mayo p< 0.03 y Mayo < Noviembre p< 0.009.

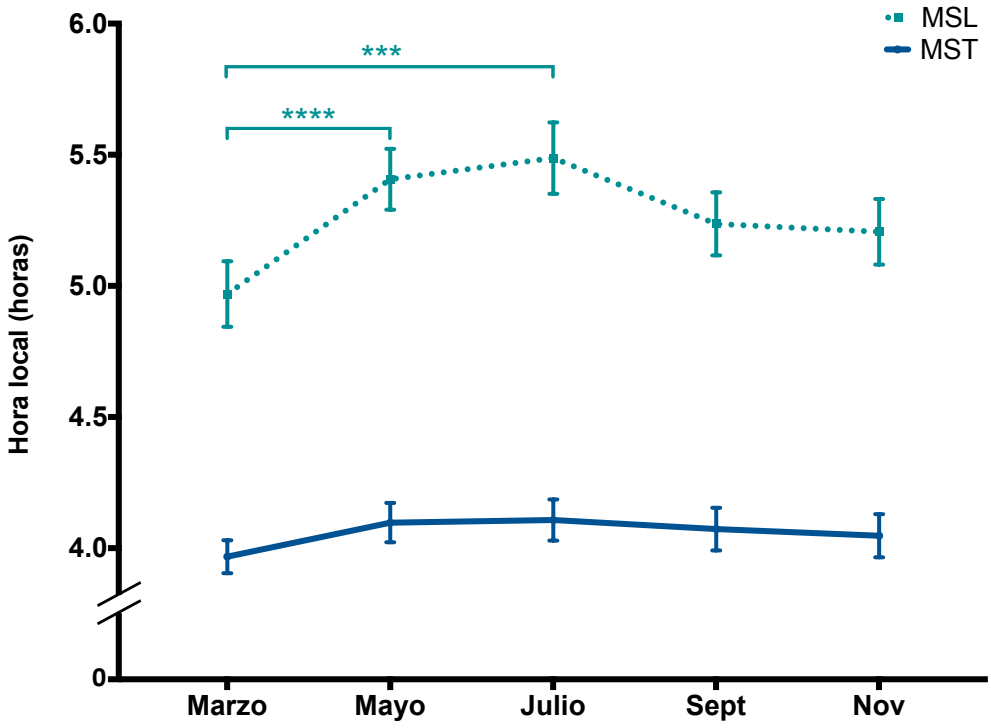
Figura 3.3 Duración de sueño durante los días de trabajo y los días libres



En los días trabajo la duración de sueño disminuyó durante la noche polar. Modelo lineal de medidas repetidas Interacción p=ns, Mes p< 0.001 y Día p=ns. Análisis post-hoc mediante Bonferroni, DST Julio < Noviembre p< 0.03, DSL p=ns.

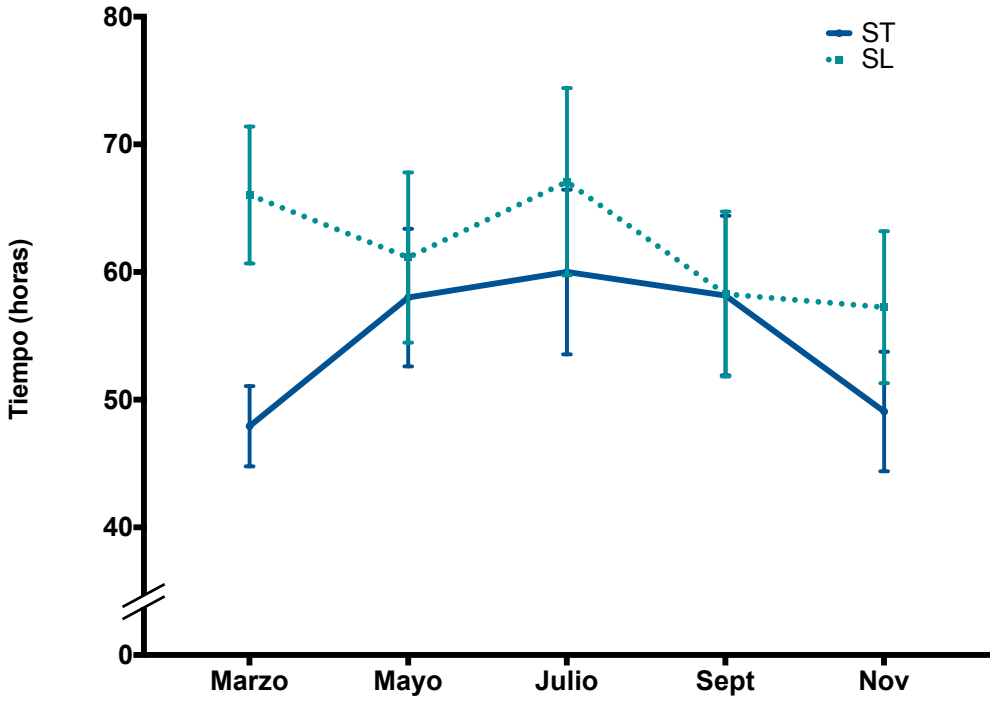
Cuando se compararon los **Mid-sleep** de los días de trabajo y los días libres a lo largo del año, se halló una interacción significativa (Tabla 3.1) [Figura 3.4]. Los análisis post-hoc arrojaron resultados significativos para los días libres entre los meses de Marzo > Mayo y Marzo > Julio, no se hallaron diferencias para los días de trabajo. Para la comparación entre días de trabajo y días libres se observaron mid-sleep significativamente más tardíos durante los días libres con respecto a los días de trabajo. No se hallaron diferencias significativas para las siestas en los días de trabajo y los días libres (Tabla 3.1) [Figura 3.5].

Figura 3.4 Mid-sleep durante los días de trabajo y los días libres



Se observó un aplazamiento de fase en los días libres durante los meses de oscuridad. Modelo lineal de medidas repetidas Interacción p< 0.04, Mes p< 0.0001, Día p< 0.0001. Análisis post-hoc mediante Bonferroni, MSL Marzo < Mayo p< 0.0001 y Marzo y Julio p< 0.0009; MST p=ns.

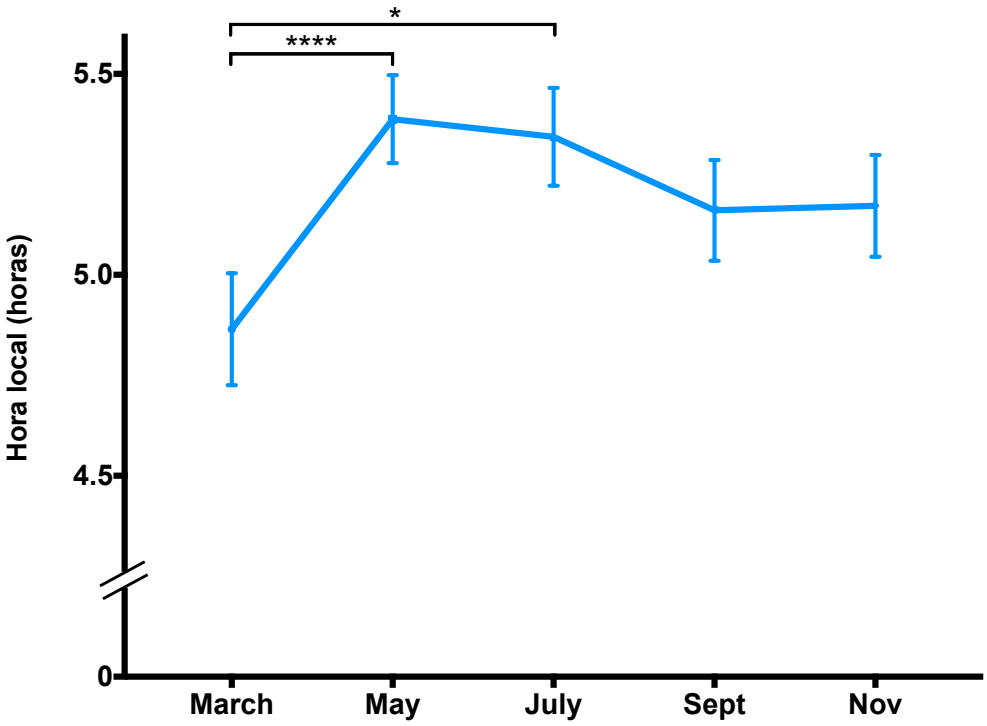
Figura 3.5 Siestas durante los días de trabajo y los días libres



Modelo lineal de medidas repetidas Interacción p=ns, Mes p=ns, Día p=ns.

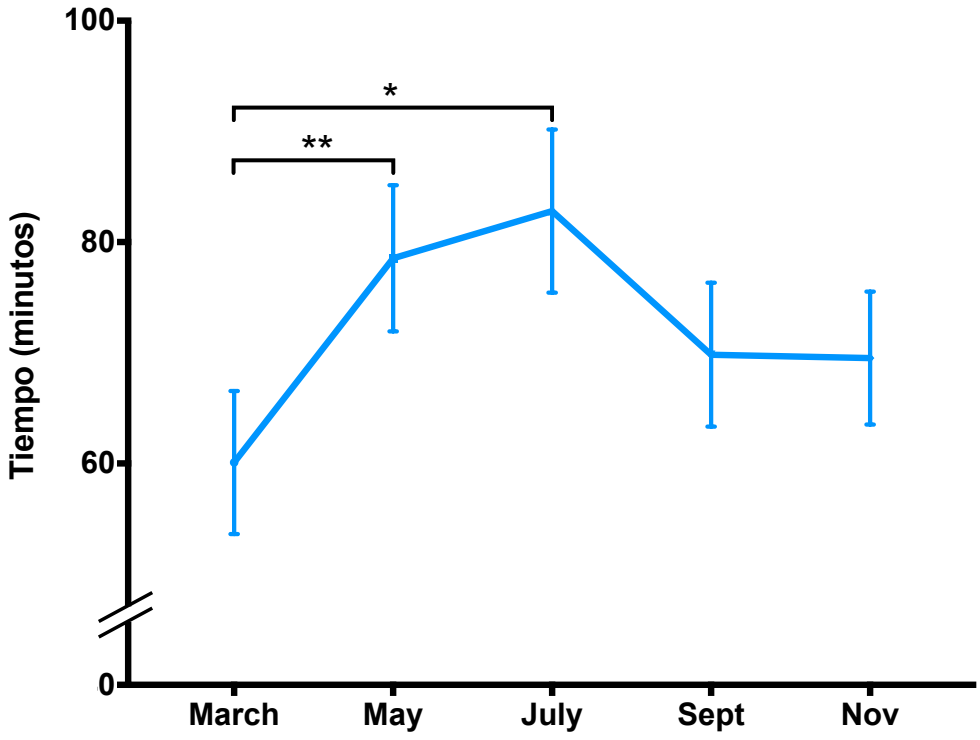
Con respecto al **Cronotipo**, sus valores variaron a lo largo del año de manera significativa y mostraron diferencias significativas entre Marzo < Mayo y Marzo < Julio (Tabla 3.1) [Figura 3.6]. Al evaluar los cambios en el **Jet lag social** a lo largo de la expedición, se encontraron diferencias significativas entre los meses, con resultados post-hoc significativos entre Marzo < Mayo y Marzo < Julio (Tabla 3.1) [Figura 3.7].

Figura 3.6 Cronotipo



Se observó un retraso del cronotipo durante los meses de ausencia de luz solar. Modelo lineal de medidas repetidas $p< 0.0006$ seguido de un análisis post-hoc por Bonferroni, Marzo < Mayo $p< 0.0001$, Marzo < Julio $p< 0.02$.

Figura 3.7 Jet lag social

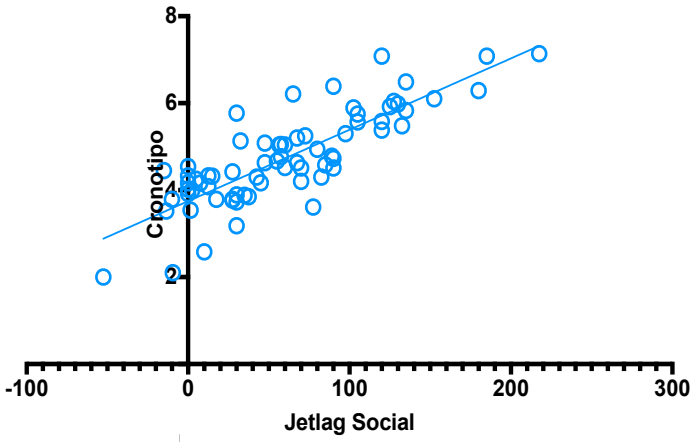


Se observó un aumento del jet lag social durante los meses de oscuridad. Modelo lineal de medidas repetidas p< 0.01, seguido de un análisis post-hoc mediante Bonferroni, Marzo < Mayo p< 0.001 , Marzo < Julio p<

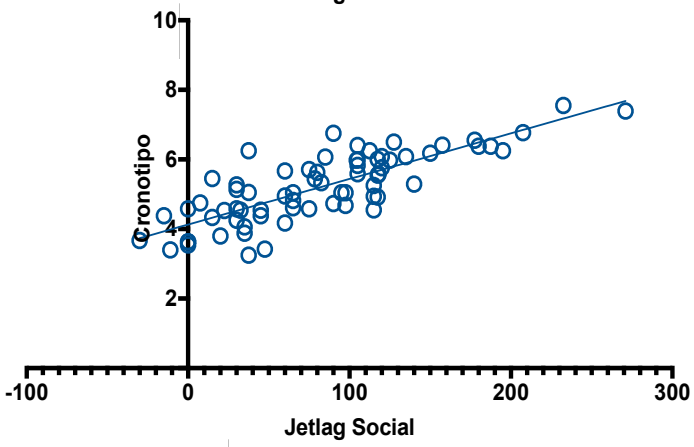
Al evaluar la asociación entre los cronotipos y el jet lag social en los meses de Marzo, Julio y Noviembre, se evidenciaron correlaciones positivas entre las variables en los meses de medición, mostrando que los cronotipos tardíos o vespertinos se asocian con valores de jet lag más altos (Tabla 3.1) [Figura 3.8].

Figura 3.8 Correlación entre Cronotipo y Jet lag social

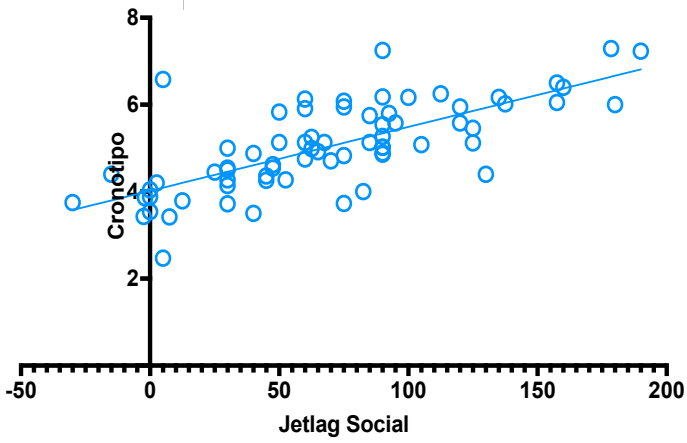
Marzo



Julio



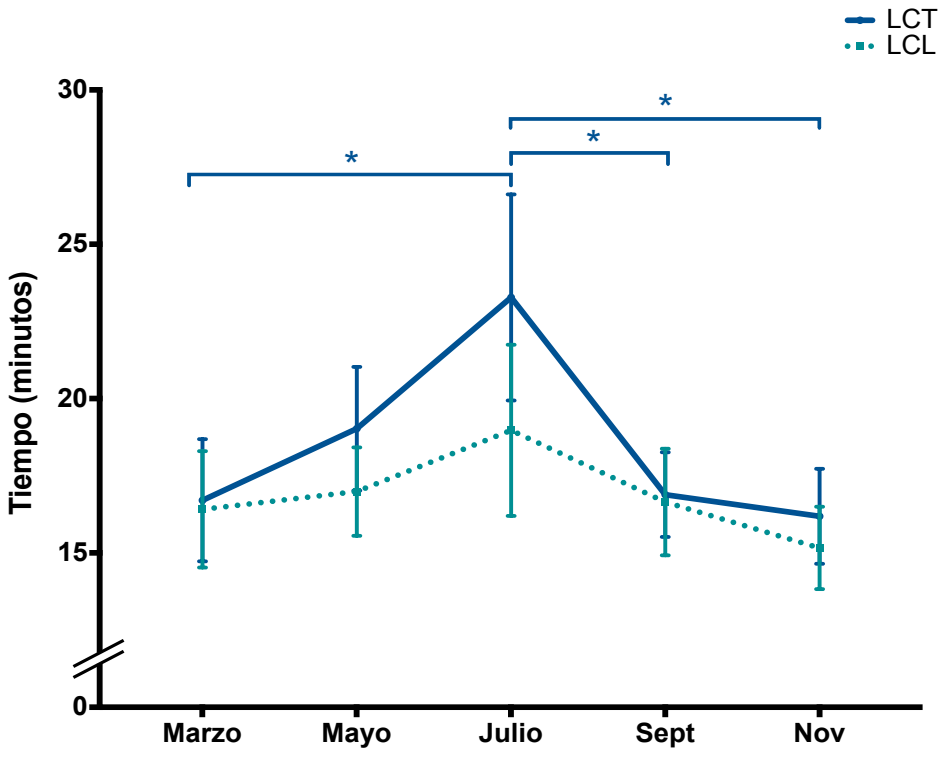
Noviembre



Se evidenció que los cronotipos más tardíos se asociaron con mayor jet lag social. Correlación de Pearson para Marzo r= 0.8 p< 0.0001, Julio r=0.7 p< 0.0001, Noviembre r=0.7 p<0.0001.

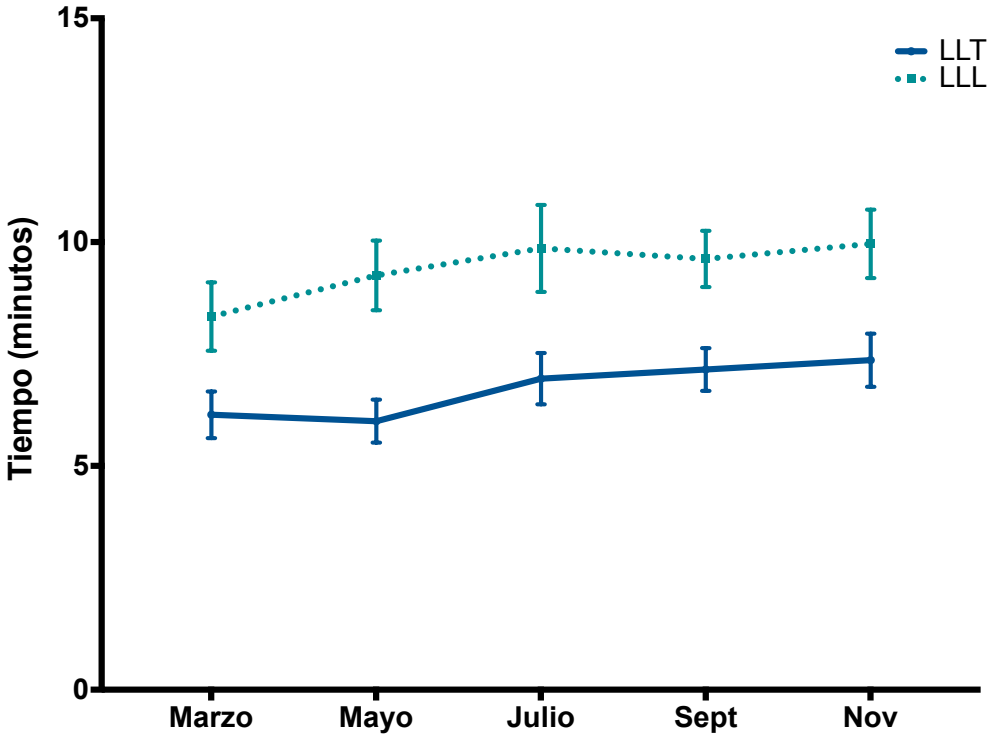
Respecto de la **Latencia de conciliación** en los días de trabajo y los días libres a lo largo del año, se encontraron diferencias significativas para el Factor Mes. Dentro de los días de trabajo se hallaron diferencias significativas entre Marzo < Julio, Julio > Septiembre y Julio < Noviembre (Tabla 3.1) [Figura 3.9]. No se encontraron diferencias significativas entre los días libres y los días de trabajo. Al analizar la **Latencia para levantarse** en los días de trabajo y los días libres a lo largo de la campaña se evidenció un impacto del Factor Día, mostrando mayor latencia para levantarse los días libres (Tabla 3.1) [Figura 3.10].

Figura 3.9 Latencia de conciliación durante los días de trabajo y los días libres



Se evidenció un aumento de la latencia de consolidación en el invierno durante los días de trabajo. Modelo lineal de medidas repetidas p< 0.005, seguido de un análisis post-hoc mediante Bonferroni para LCT: Marzo < Julio (p< 0.01), Julio > Septiembre (p< 0.04), Julio > Noviembre (p< 0.01); LCL p=ns.

Figura 3.10 Latencia para levantarse durante los días de trabajo y los días libres



Se observó una mayor latencia para levantarse los días libres con respecto a los días de trabajo. Modelo lineal de medidas repetidas Interacción p=ns, Mes p=ns, Día p< 0.0001.

Tabla 3.1 Modelo lineal de medidas repetidas para las variables del cuestionario Munich

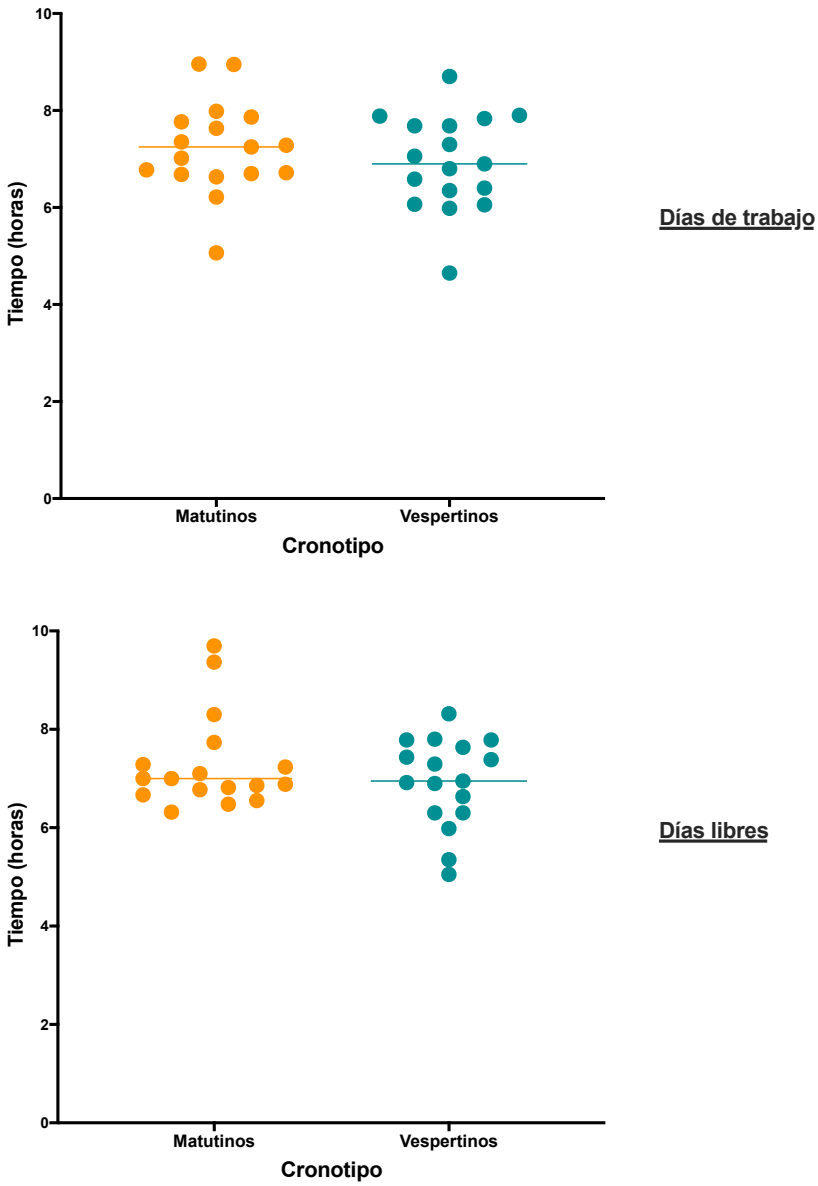
Variable	Valor p	F (DFn, DFd)
DS		
	0.0031*	F (3.500, 241.5) = 4.4
DST vs. DSL		
Mes	0.0014*	F (3.798, 524.1) = 4.6
Día	0.1821	F (1, 138) = 1.8
Interacción	0.5005	F (4, 552) = 0.8
MST vs MSL		
Mes	<0.0001*	F (3.533, 487.6) = 7.5
Día	<0.0001*	F (1, 138) = 100.2
Interacción	0.0423*	F (4, 552) = 2.5
Cronotipo		
	0.0006	F (3.253, 224.4) = 5.7
ST vs SL		
Mes	0.1759	F (3.618, 437.8) = 1.6
Día	0.2478	F (1, 121) = 1.3
Interacción	0.2633	F (4, 484) = 1.3
Jet lag social		
	0.0143*	F (3.230, 222.9) = 3.5
LCT vs LCL		
Mes	0.0059*	F (4, 615) = 3.6
Día	0.4611	F (1, 162) = 0.5
Interacción	0.594	F (4, 615) = 0.7
LLT vs. LLL		
Mes	0.0607	F (4, 324) = 2.3
Día	<0.0001*	F (1, 81) = 33.5
Interacción	0.7507	F (4, 283) = 0.5

Leyenda: DS: Duración de sueño, DST: Duración de sueño los días de trabajo, DSL: Duración de sueño los días libres, MST: Mid-sleep los días de trabajo, Mid-sleep los días libres, ST: Duración de la siesta los días de trabajo, SL: Duración de la siesta los días libres, LCT: Latencia de conciliación los días de trabajo, LCL: Latencia de conciliación los días libres, LLT: Latencia para levantarse los días de trabajo, LLL: Latencia para levantarse los días libres.

Comparaciones entre Cronotipos Matutinos y Cronotipos Vespertinos

Con respecto a las comparaciones entre los grupos matutinos y vespertinos de cronotipo se obtuvieron los siguientes resultados. La **Duración de sueño** no varió significativamente entre los grupos tanto en los días de trabajo como en los días libres ($p < 0.01$) [Figura 3.11].

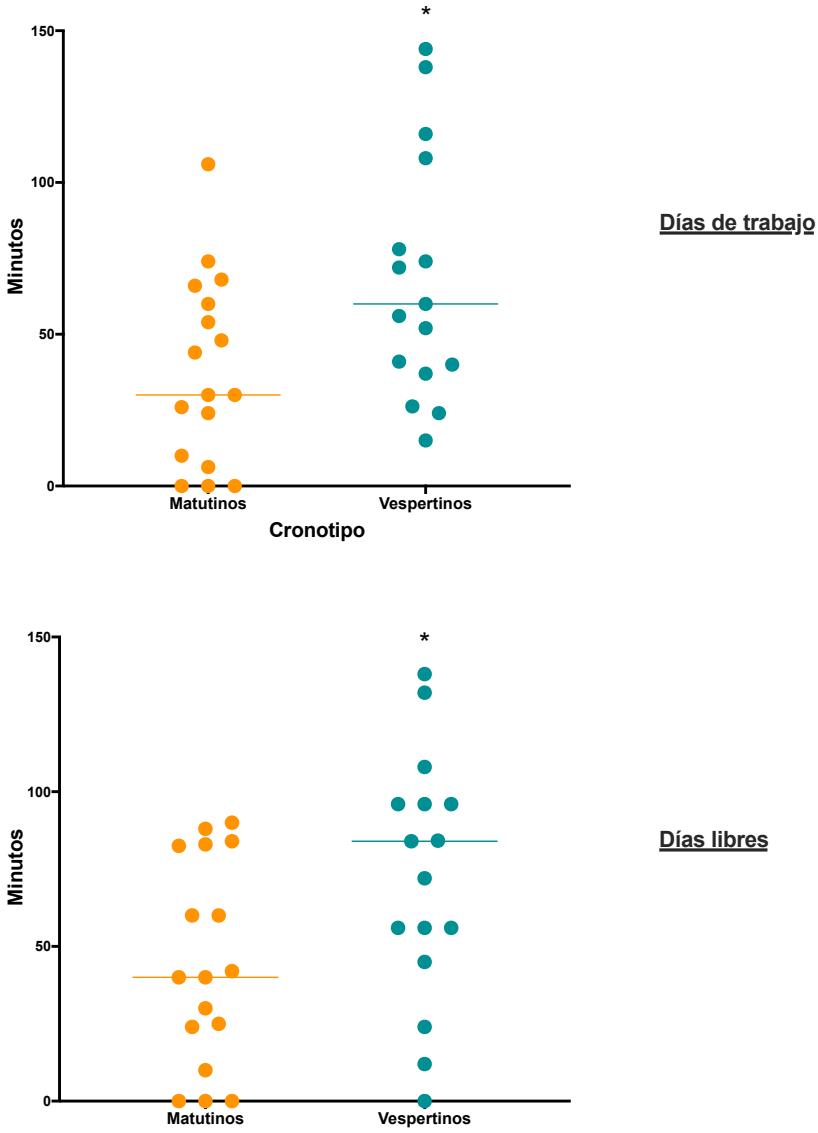
Figura 3.11 Duración de sueño



No se encontratron diferencias significativas en la duración de sueño entre los matutinos y los vespertinos (p=ns).

Al analizar la **Duración de las siestas**, los vespertinos superaron significativamente a los matutinos en los días de trabajo y en los días libres [Figura 3.12].

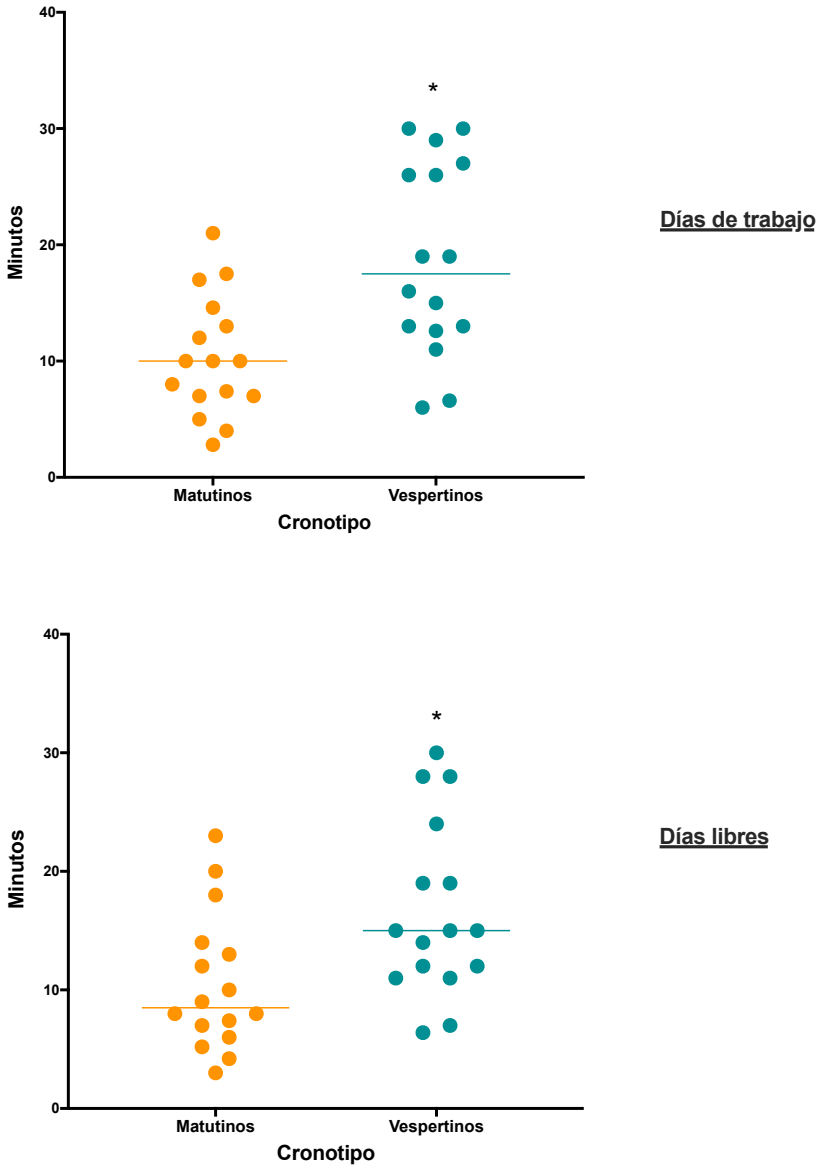
Figura 3.12 Duración de siestas



Los Cronotipos Vespertinos durmieron siestas más prolongadas durante los días de trabajo y los días libres. Prueba T-Student para días de trabajo Matutinos > Vespertinos ($p < 0.01$) y días libres Matutinos > Vespertinos ($p < 0.01$).

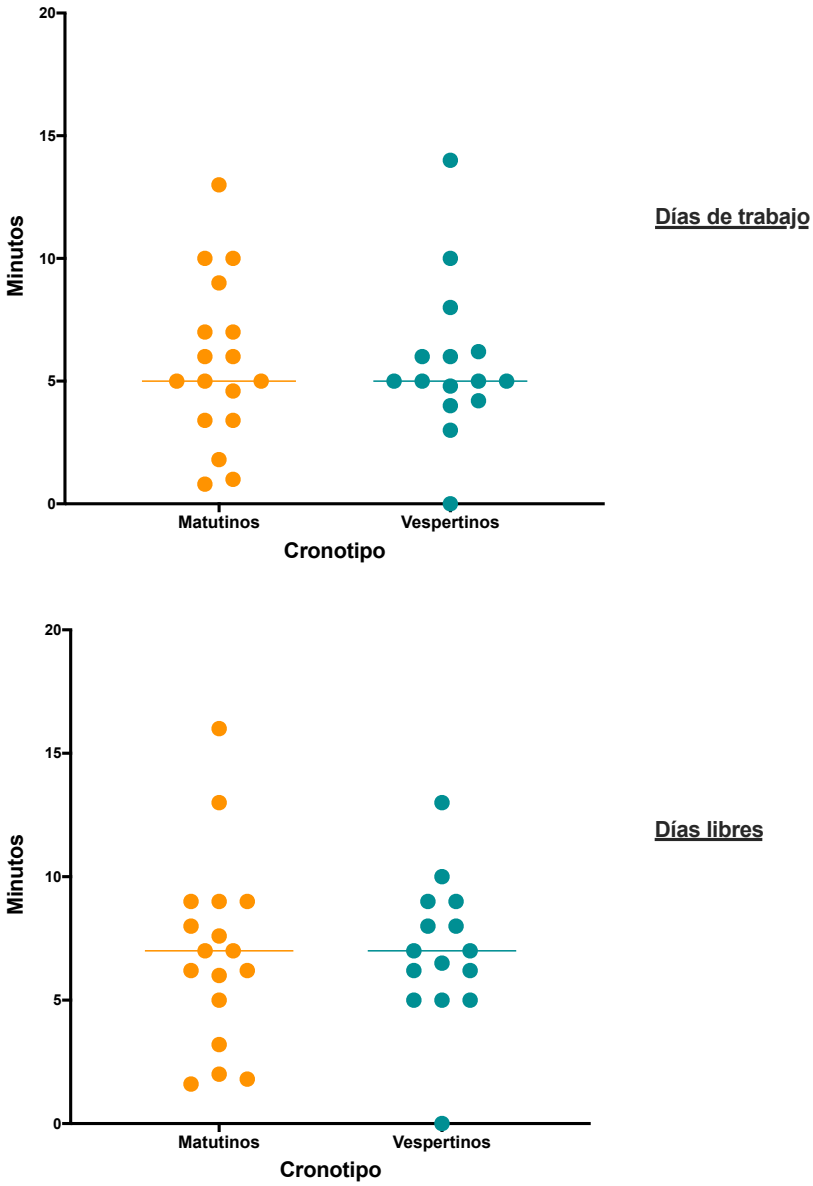
Asimismo, la **Latencia de conciliación** fue significativamente mayor para el grupo de vespertinos tanto en los días de trabajo como en los días libres [Figura 3.13]. Sin embargo, no se encontraron diferencia en la **Latencia para levantarse** [Figura 3.14].

Figura 3.13 Latencia de conciliación



Los Cronotipos Vespertinos mostraron mayor latencia de conciliación tanto en los días de trabajo como en los días libres. Prueba T-student para días de trabajo Matutinos < Vespertinos ($p< 0.001$) y días libres Matutinos < Vespertinos ($p< 0.01$).

Figura 3.14 Latencia para levantarse

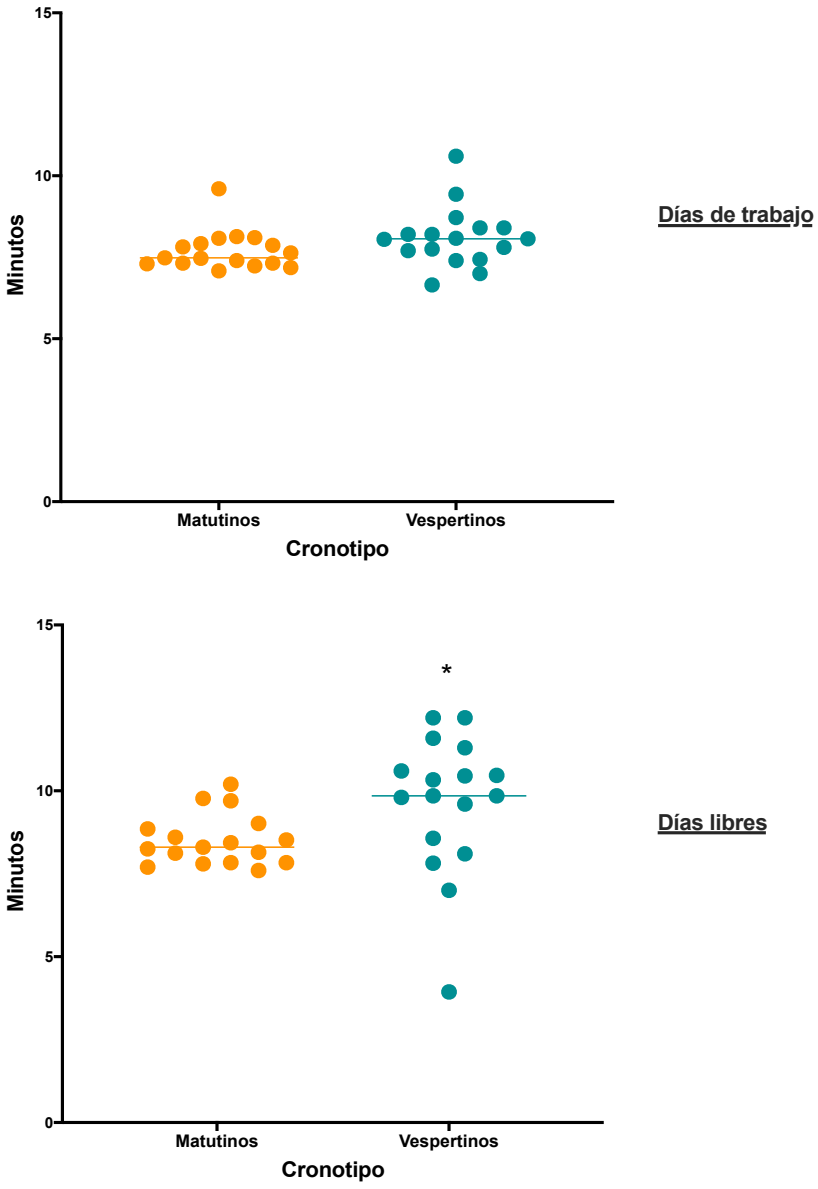


No se encontraron diferencias significativas para la Latencia para levantarse entre matutinos y vespertinos. Prueba T-Student para los días de trabajo p=ns y los días libres p=ns.

Al analizar el **Alerta subjetiva**, se observó que el grupo matutino se sintió despierto significativamente antes en comparación con el grupo vespertino en los días libres [Figura 3.15].

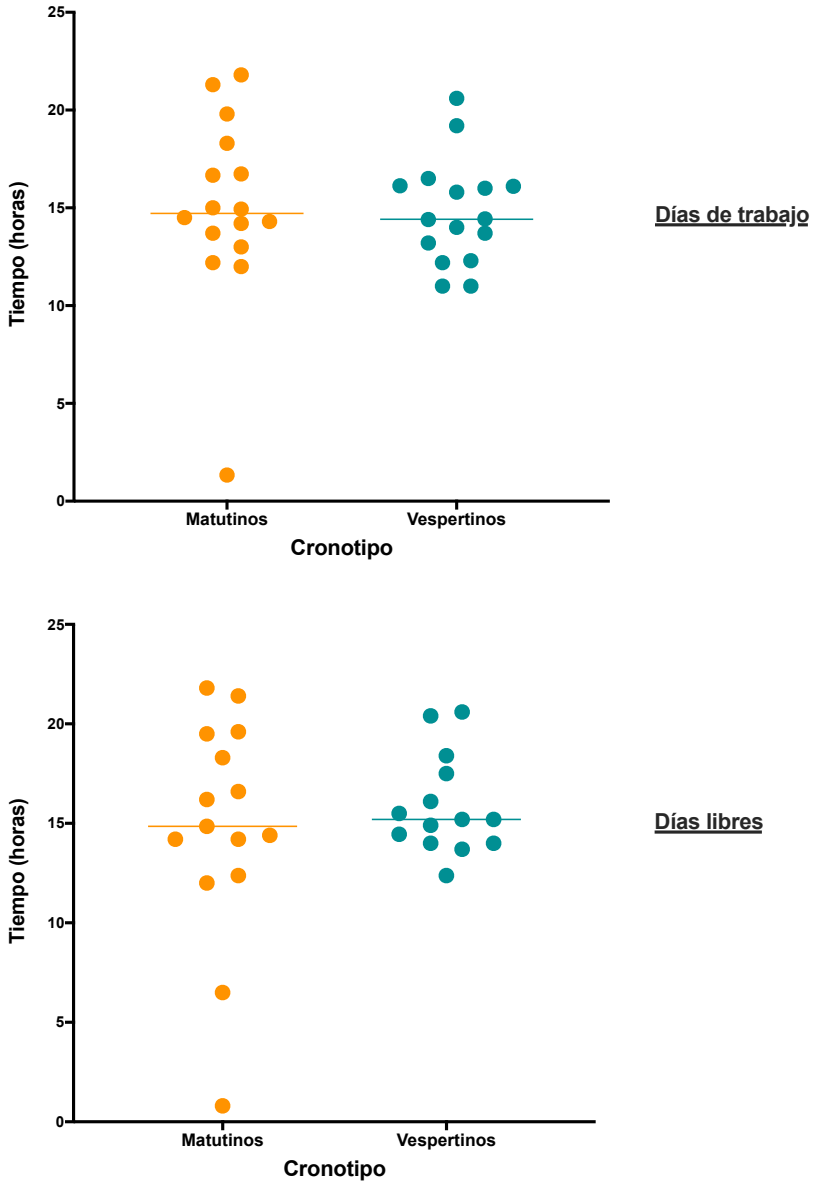
No se hallaron diferencias significativas para el horario en el que los participantes sintieron una caída en su energía ni en los días de trabajo ni en los días libres [Figura 3.16].

Figura 3.15 Alerta subjetiva



Los Cronotipos Vespertinos manifestaron sentirse despiertos significativamente más tarde durante los días libres. Prueba T-Student para los días libres Matutinos < Vespertinos ($p < 0.04$).

Figura 3.16 Caída de energía



No se encontraron diferencias significativas en la caída de energía. Prueba T-Student para los días de trabajo p=ns y los días libres p=ns.

3.4 Resultados ritmo circadiano de actividad

3.4.1 Resultados de las Waveforms

Se llevaron a cabo waveforms para cada participante durante cada uno de los once meses de medición. Los resultados de los datos descriptivos de todos los parámetros de las waveforms junto con sus variaciones se presentan de forma detallada en la Tabla 3.2 y Tabla 3.3. Entre los principales resultados hallados encontramos que el horario de **Inicio de actividad** y **Fin de la actividad** mostró diferencias significativas a lo largo del año [Figura 3.17, Figura 3.18].

Tabla 3.2 Datos descriptivos de los parámetros de las waveforms

Waveform												
Variable		Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene
Media de actividad	Media	882.6	816	769.5	778.6	780.1	763.3	893.9	763.2	912.4	784.5	839.4
	Error	33.1	38.3	27.3	25.7	32.6	27.3	30.5	36.3	31.2	34.8	42.4
Inicio de actividad	Media	460.8	428.2	415.5	424.6	430.6	431.6	431.6	432.7	439.2	450.8	436.3
	Error	8.5	5	8.5	6.8	5.5	3	4.5	4.4	6	5	5.5
Fin de actividad	Media	1337	1348	1352	1369	1337	1351	1300	1319	1296	1311	1313
	Error	11.8	11.6	16.1	12.6	15	18.1	12.6	13.2	13.9	16.4	24.5
Intervalo de actividad	Media	876.6	924.8	937.2	944.9	906.5	919.4	860.3	886.4	857.2	859.9	893.5
	Error	12.8	16	14.1	13	17.4	18.4	15.3	13	14.7	14.5	19
Porcentaje de tiempo activo	Media	60.9	64.3	65.3	65.6	62.9	63.8	59.7	61.6	59.5	59.7	62
	Error	0.9	1.1	0.9	0.9	1.2	1.3	1.1	0.9	1	1	1.3
Área	Media	228165	213458	197951	205276	202449	200561	231673	199878	235114	203221	220092
	Error	9297	11245	7898	6944	8196	7105	8131	8860	8101	9441	10533
Porcentaje del Área	Media	89.6	90.4	90.2	91.3	90.1	90.8	89.9	91.1	89.5	89.8	91.5
	Error	0.56	0.61	0.8	0.4	0.6	0.4	0.7	0.6	0.7	0.7	0.9
Centro de gravedad	Media	861.9	816.8	846	850.6	842.5	839.3	804.2	808.6	808.9	828.4	809.5
	Error	8.7	11.1	11.3	9.6	8.4	10.3	7.3	8.1	7.9	9.7	8.6

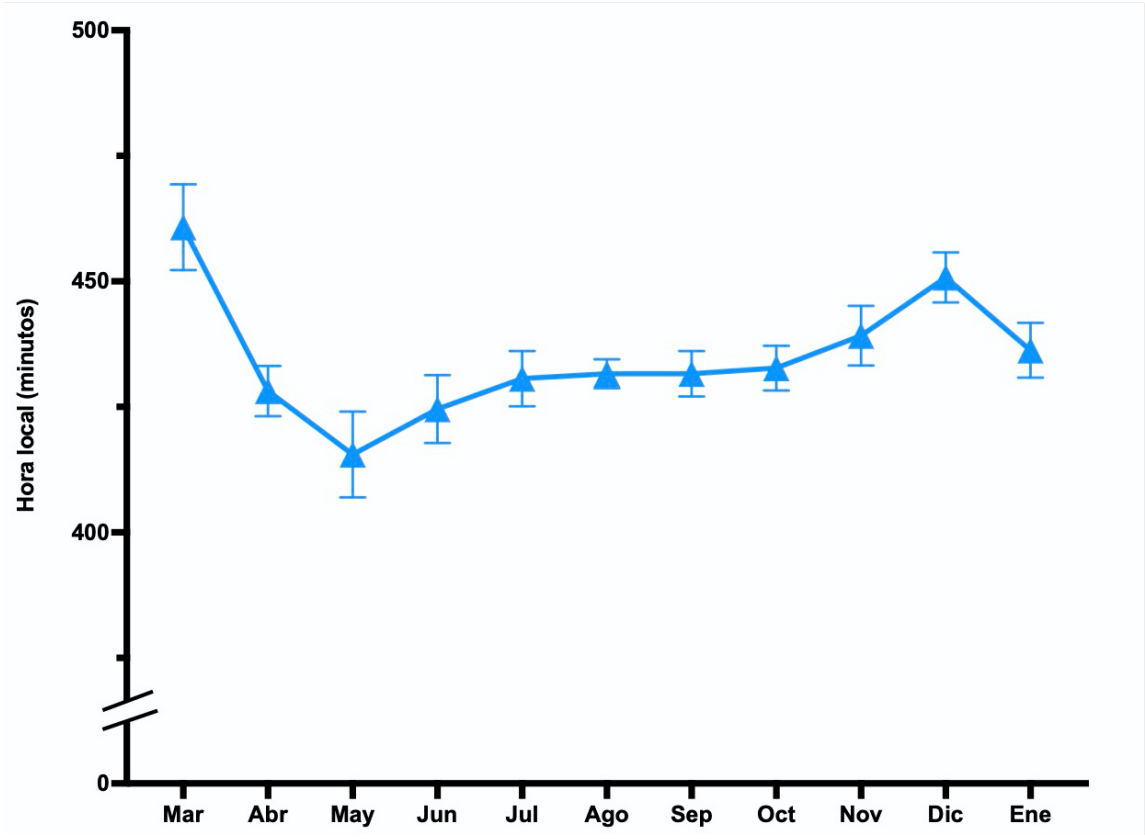
Datos descriptivos de la actividad obtenidos a través de las waveforms. Media y error de cada una de las variables para cada uno de los meses.

Tabla 3.3 Modelo lineal de medidas repetidas de los parámetros de las waveforms

Variable	Valor p	F (DFn, DFd)
Waveform		
Media de actividad	< 0.0001*	F (5, 74.7) = 6.4
Inicio de actividad	< 0.0001*	F (3.8, 55.1) = 7.3
Fin de actividad	0.006	F (4.6, 67.4) = 3.7
Intervalo de actividad	<0.0001*	F (5.4, 79.8) = 6.4
Porcentaje de tiempo activo	<0.0001*	F (5.5, 82.2) = 6.6
Área	<0.0001*	F (5.6, 82.9) = 5.6
Porcentaje del Área	0.1171	F (4.9, 72.9) = 1.8
Centro de gravedad	<0.0001*	F (4.9, 72.8) = 9.5

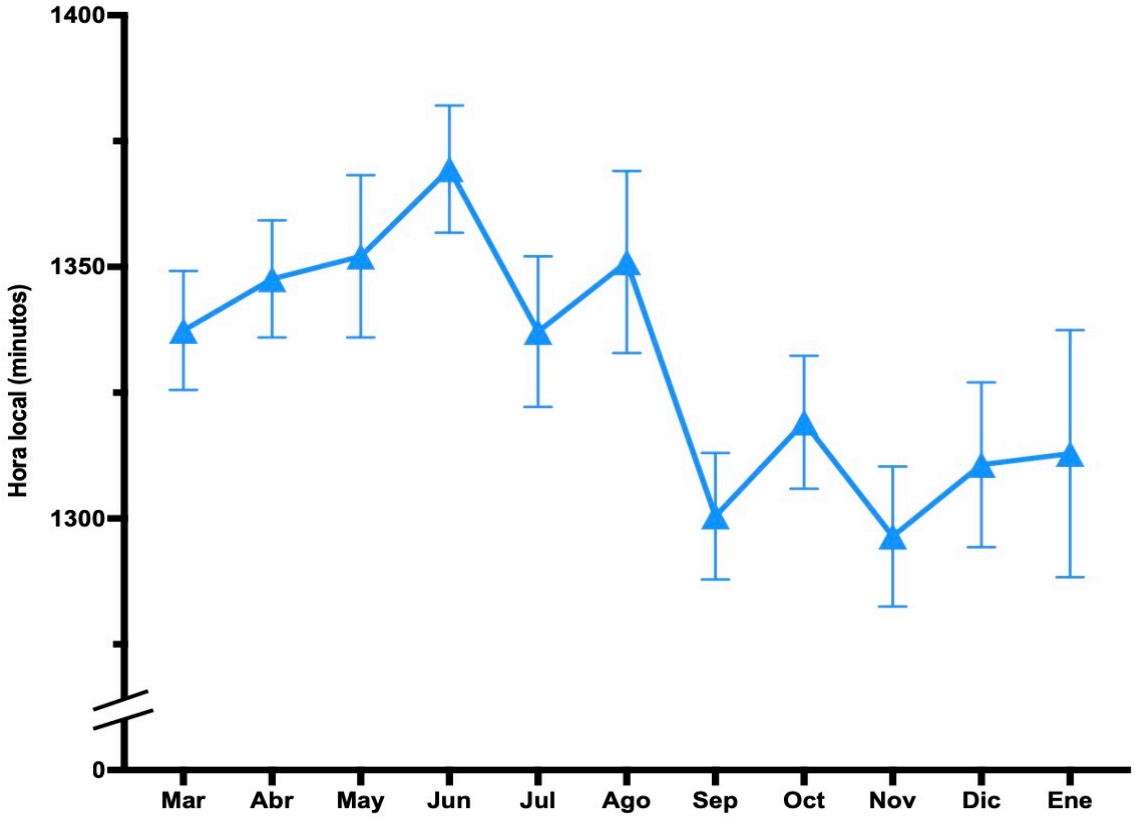
Modelo lineal de medidas repetidas para los datos de actividad obtenidos de las waveforms a lo largo de un año de campaña antártica.
*p< .05

Figura 3.17 Inicio de Actividad



Modelo lineal de medidas repetidas para el horario de Inicio de actividad (p< 0.0001). Análisis post-hoc mediante Bonferroni p=ns.

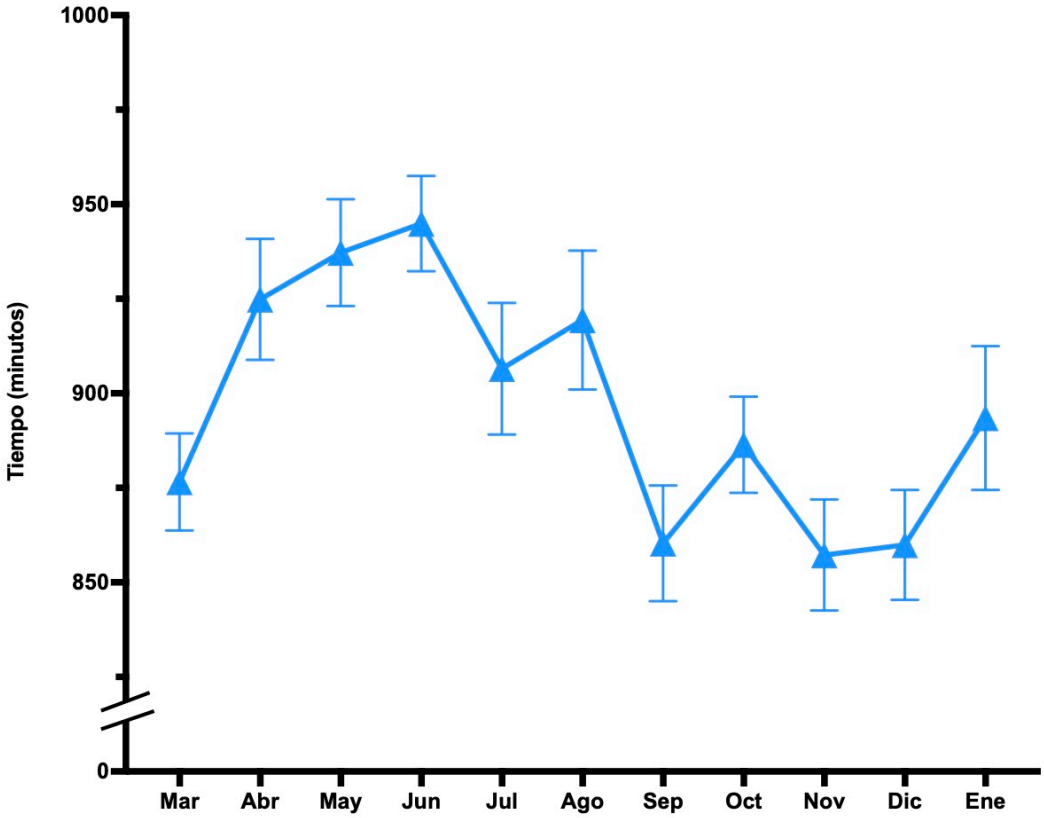
Figura 3.18 Fin de la actividad



Modelo lineal de medidas repetidas para el horario del Fin de la actividad ($p < 0.006$). Análisis post-hoc mediante Bonferroni: Jun>Nov $p < 0.008$, Ago>Nov $p < 0.05$.

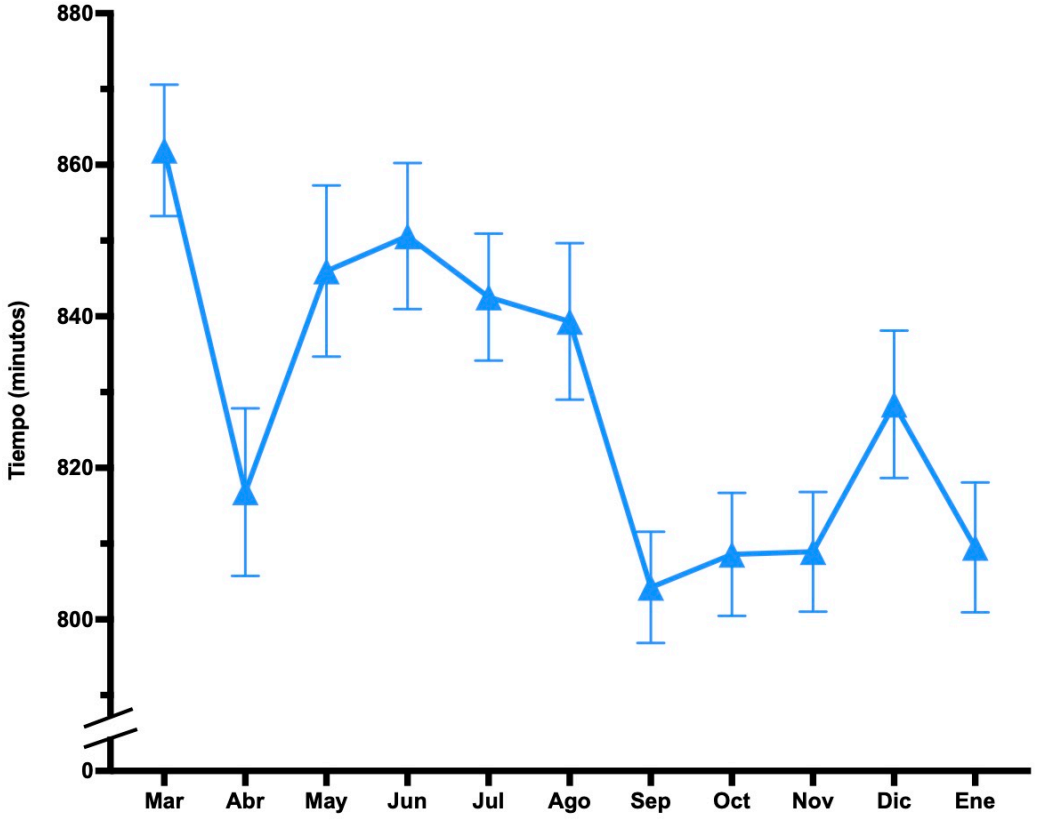
Tanto la duración del **Intervalo de actividad** como el **Centro de gravedad** evidenciaron un impacto estacional [Figura 3.19 y Figura 3.20]. Los análisis post-hoc mostraron diferencias significativas para ambas variables demostrando horarios más tardíos de actividad para los meses de oscuridad.

Figura 3.19 Intervalo de actividad



Modelo lineal de medidas repetidas para la duración del Intervalo de actividad ($p < 0.02$). Los análisis post-hoc mediante Bonferroni evidenciaron el impacto estacional observado en la diferencia entre el púnto máximo Junio y el mínimo Noviembre ($p < 0.001$).

Figura 3.20 Centro de Gravedad



Modelo lineal de medidas repetidas para el Centro de gravedad ($p < 0.0001$). Los análisis post-hoc mediante Bonferroni evidenciaron el impacto estacional observado, por ejemplo, en la diferencia entre el púnto máximo durante la noche polar Junio y el mínimo Septiembre ($p < 0.001$).

3.4.2 Resultados de los Cosinores

Se realizaron cosinores para los datos de actividad anuales de cada uno de los participantes, los datos descriptivos y sus variaciones se encuentran especificados en la Tabla 3.4 y la Tabla 3.5. Se hallaron diferencias significativas para el **Mesor**, la **Amplitud** y la **Acrofase**, todos estos parámetros mostraron un patrón estacional en su variación [Figura 3.21, Figura 3.22 y Figura 3.23 respectivamente] evidenciando un impacto de la noche polar sobre la fase del ritmo de actividad.

Tabla 3.4 Datos descriptivos de los parámetros de los cosinores

Cosinor												
Variable		Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene
Mesor	Media	882.8	811.4	769.8	780.3	780.6	766.9	894.3	763.5	912.7	784.7	834.1
	Error	33.2	36.2	27.2	25.8	32.6	27.4	30.5	36.3	31.1	34.8	42.2
Amplitud	Media	698.7	649.8	523.3	575.6	601.8	592.2	766.3	643.3	758.8	675	722.5
	Error	38.2	40	35.1	35.5	47.8	33.1	35.2	38.2	39.4	36.5	43.6
Acrofase	Media	856.8	775.8	834	840.7	830	823.5	787.5	784.1	793	816	770.2
	Error	13.3	13.7	18.6	15.8	14.3	9.8	9.5	10.5	9.6	11.4	8.7
Varianza explicada	Media	36.7	32.5	33.6	33	31.9	32.8	36.9	31.4	35.8	33.5	32
	Error	1.9	1.6	1.3	1.2	1.6	1	1.2	1.5	1.5	1.8	1.5

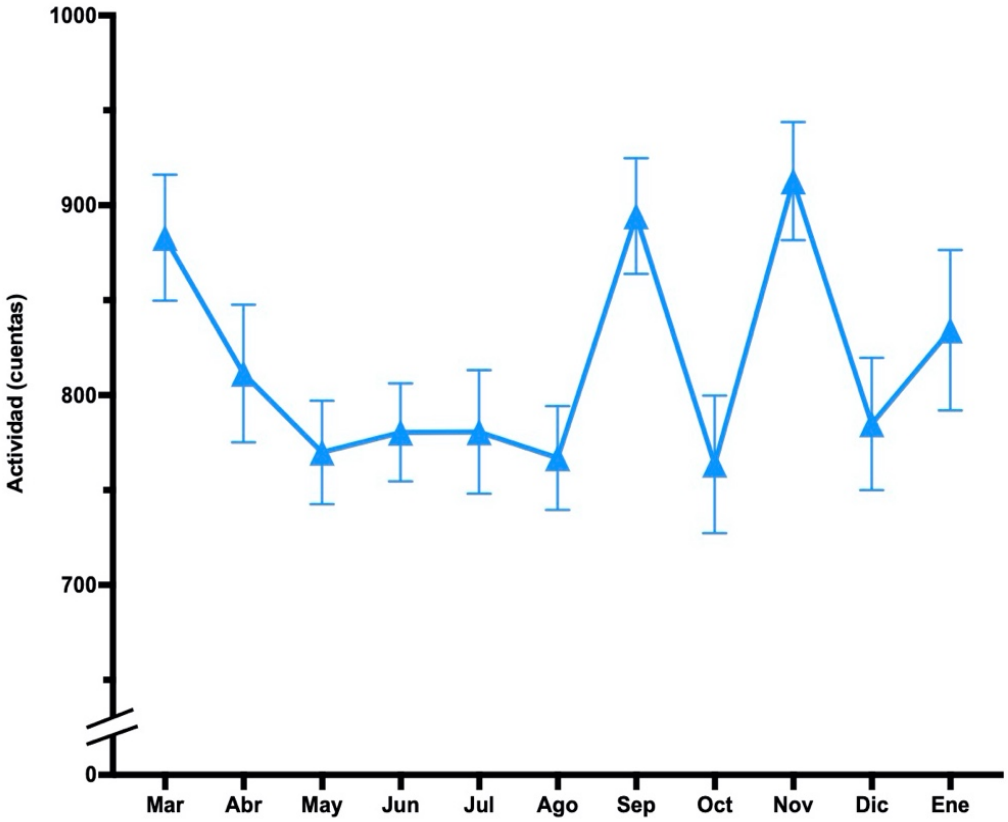
Datos descriptivos de la actividad obtenidos a través de los cosinores. Media y error de cada una de las variables para cada uno de los meses.

Tabla 3.5 Modelo lineal de medidas repetidas de los parámetros de los cosinores

Variable	Valor p	F (DFn, DFd)
Cosinor		
Mesor	< 0.0001*	F (4.9, 73.6) = 6.4
Amplitud	<0.0001*	F (4.8, 70.9) = 9.5
Acrofase	0.0001*	F (3.9, 58.2) = 13.4
Varianza explicada	0.0251*	F (4, 59.5) = 3

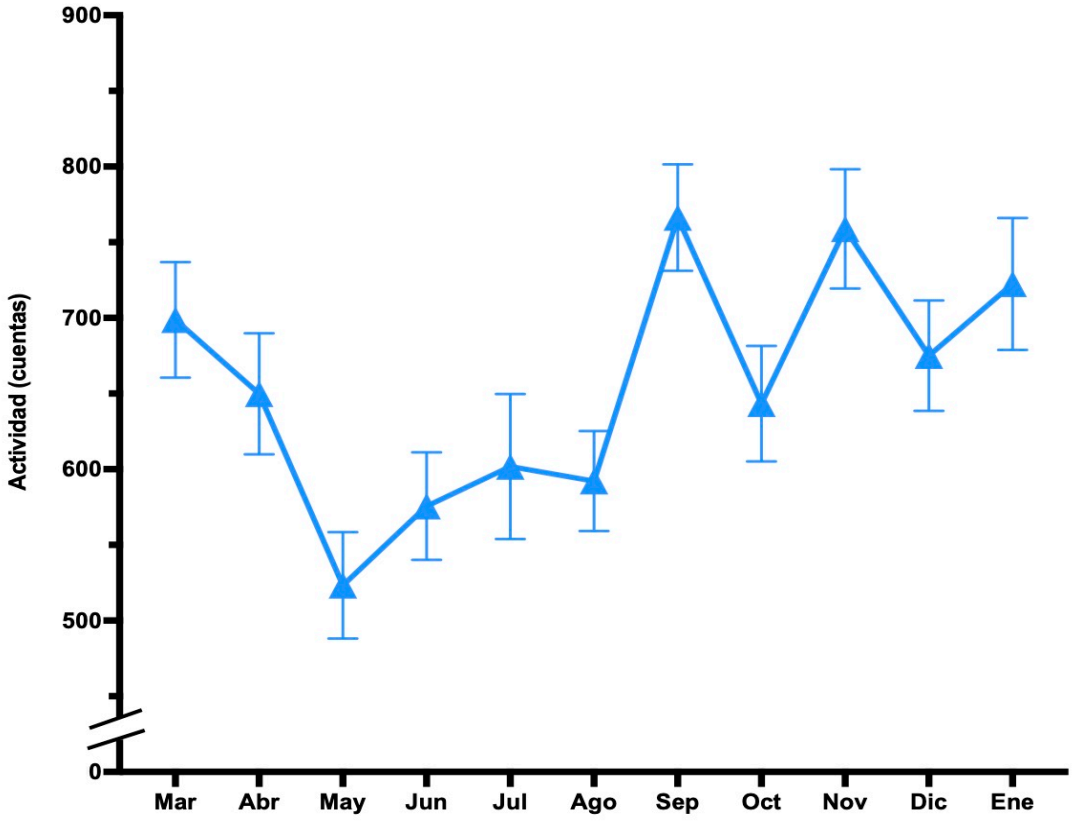
Modelo mixto de medidas repetidas para los datos de actividad obtenidos de los cosinores a lo largo de un año de campaña antártica.
*p< .05

Figura 3.21 Mesor



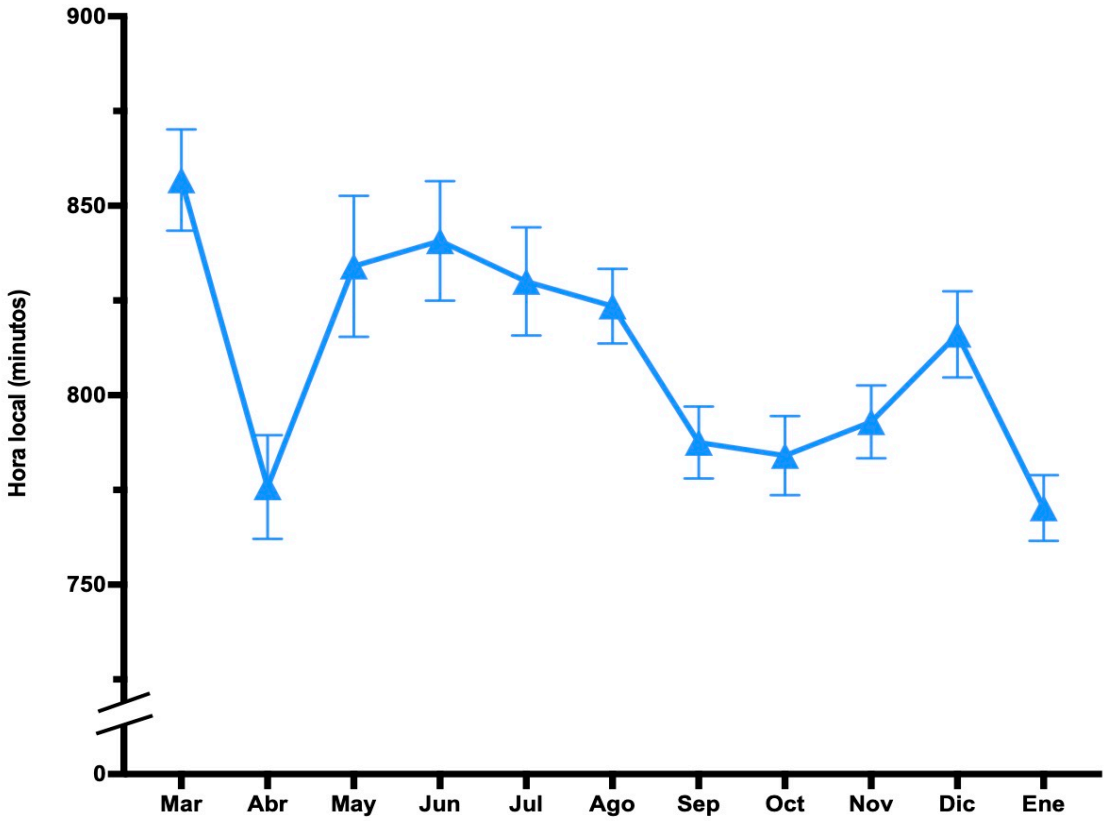
Modelo lineal de medidas repetidas para el Mesor ($p < 0.0001$). Las comparaciones post-hoc mediante Bonferroni confirmaron las diferencias entre los meses de oscuridad constante y el resto de las mediciones evidenciadas por ejemplo entre Mayo > Noviembre ($p < 0.03$).

Figura 3.22 Amplitud



Modelo lineal de medidas repetidas para la Amplitud ($p < 0.0004$). Los análisis post-hoc mediante Bonferroni mostraron la influencia de la noche polar sobre esta variable evidencia, por ejemplo, entre Mayo < Septiembre ($p < 0.0001$).

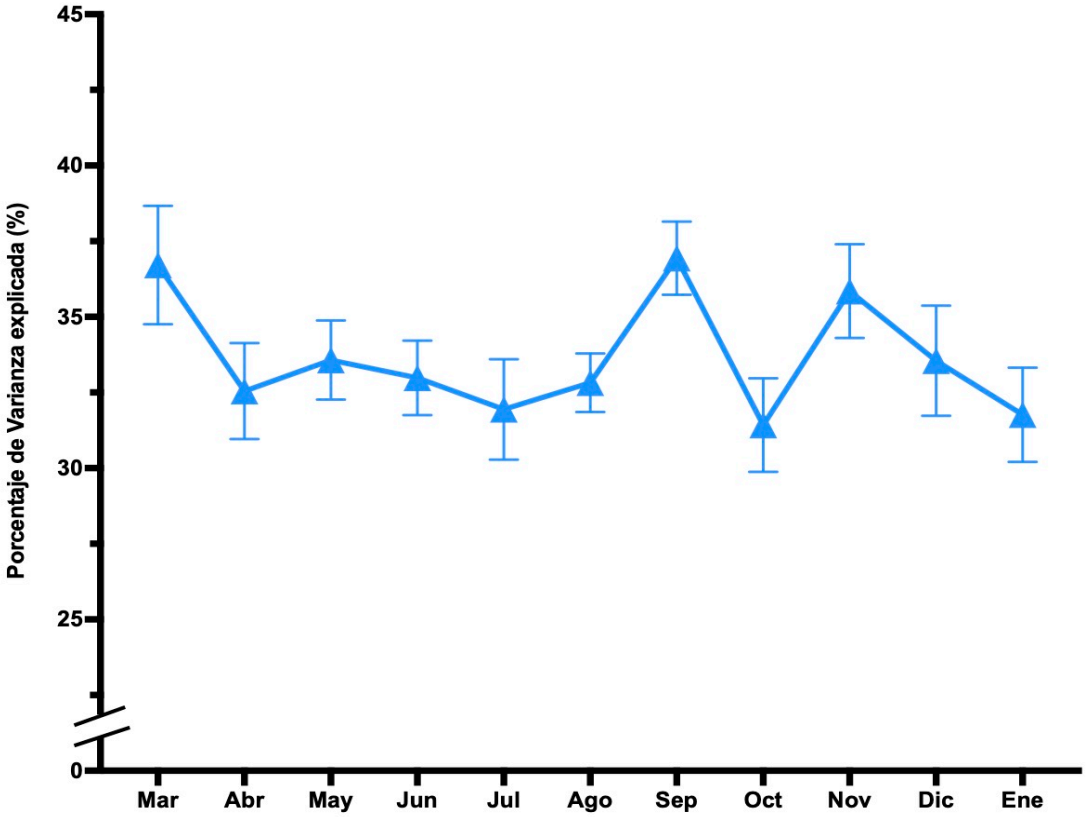
Figura 3.23 Acrofase



Modelo lineal de medidas repetidas para la Acrofase ($p< 0.0001$). Las comparaciones post-hoc mediante Bonferroni confirmaron la influencia de la noche polar sobre esta variable evidenciada por ejemplo las diferencias entre Junio > Septiembre ($p< 0.003$) y Julio > Septiembre ($p< 0.008$).

El **Porcentaje de Varianza Explicada** también varió significativamente a lo largo del año [Figura 3.24] con una tendencia a decaer conforme avanza la campaña.

Figura 3.24 Porcentaje de Varianza Explicada

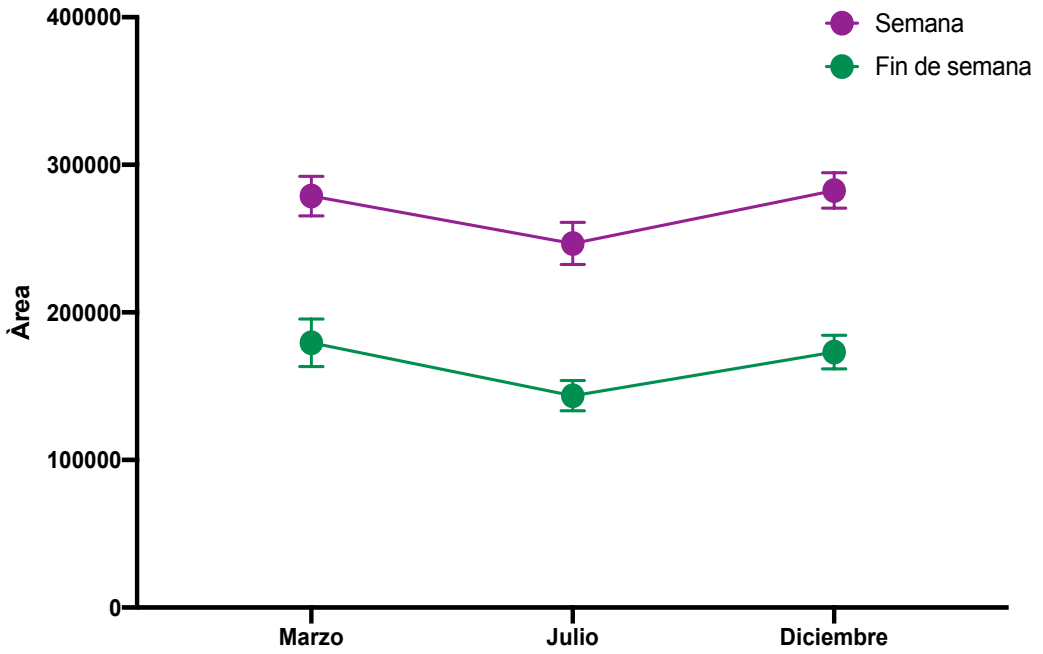


Modelo lineal de medidas repetidas para el Porcentaje de Varianza explicada ($p < 0.0001$). Los análisis post-hoc mediante Bonferroni confirmaron una disminución prograsiva en esta variable reflejada en las diferencias entre Marzo > Diciembre ($p < 0.003$).

3.4.3 Resultados de las diferencias entre semana y fin de semana

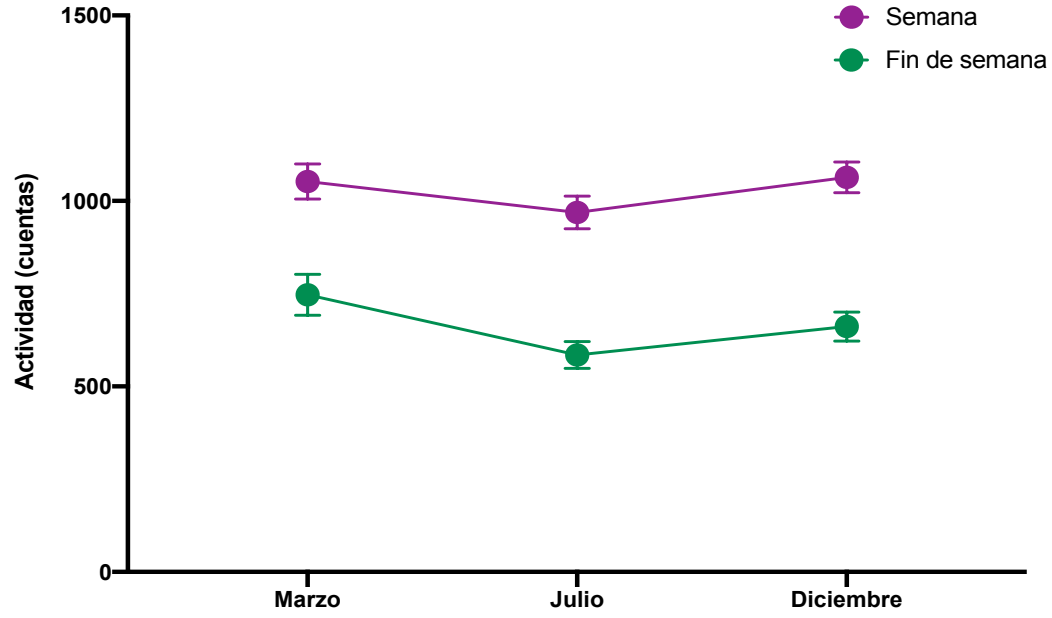
Los resultados de las diferencias en la actividad en la semana y el fin de semana mostraron que la cantidad total de actividad, medida como el **Área de actividad** (área de bajo la curva de actividad en función del tiempo) varió significativamente para el Factor Mes y el Factor Día [Figura 3.25]. La **Media de actividad** evidenció un patrón similar con mayor actividad durante la semana con respecto al fin de semana y una disminución de la misma durante la noche polar [Figura 3.26].

Figura 3.25 Área de actividad durante la semana y el fin de semana



Modelo lineal de medidas repetidas para Área de actividad durante la semana y el fin de semana: Mes p< 0.01, Día p< 0.0001, Mes x Día (interacción) p=ns.

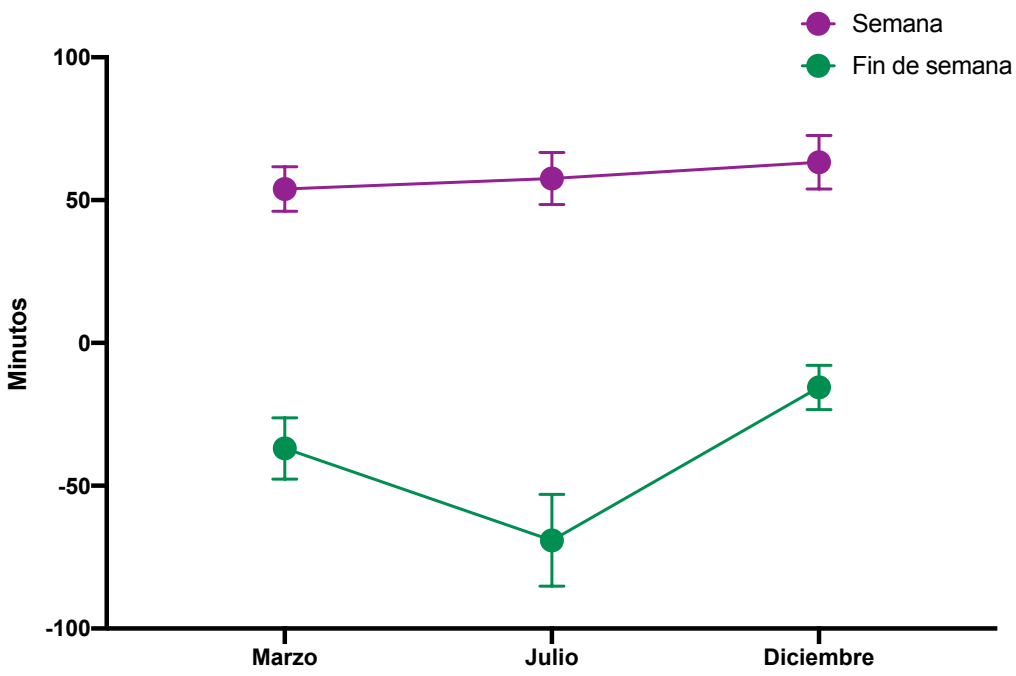
Figura 3.26 Media de actividad durante la semana y el fin de semana



Modelo lineal de medidas repetidas para la Media de actividad durante la semana y el fin de semana: Mes p< 0.01, Día p< 0.0001, Mes x Día

El **Ángulo de fase** mostró diferencias significativas entre semana y fin de semana para el Factor Mes y el Factor Día [Figura 3.27]. A su vez, como mencionamos anteriormente, se observó un impacto estacional durante el fin de semana.

Figura 3.27 Ángulo de fase durante la semana y el fin de semana



Modelo lineal de medidas repetidas para el Ángulo de fase durante la semana y el fin de semana: Mes p< 0.02, Día p< 0.0001, Mes x Día (interacción) p=ns.

3.5 Discusión

Este estudio se propuso analizar los cambios en el ciclo sueño-vigilia, en la actividad y en el cronotipo a lo largo de un año de aislamiento antártico. Los resultados principales que derivan de este trabajo mostraron una disminución de la duración de sueño, un aplazamiento del mid-sleep y del cronotipo y un aumento del jet lag social durante la noche polar. Los marcadores de fase de actividad también evidenciaron un impacto estacional entre los que se destacan: un centro de gravedad y una acrofase más tardíos. Así mismo, se vio una menor amplitud en el ritmo y un mesor disminuido durante los meses de oscuridad.

Los resultados vinculados al ciclo sueño-vigilia confirmaron nuestra hipótesis respecto del rol que cumple la luz en la sincronización del mismo. Durante la noche polar, se observó una disminución en la duración del sueño y un retraso en el mid-sleep. Estos dos resultados nos permiten inferir que el desajuste del reloj solar, por la ausencia de luz natural, generó que los participantes retrasaran el horario para acostarse. De acuerdo con estudios previos, la fase de secreción de melatonina puede verse retrasada durante el invierno polar (Arendt, 2012; J. Arendt et al., 2018; N. Chen et al., 2016; Yoneyama et al., 1999). A pesar de este desajuste, y si bien existen casos en los que se ha observado una completa desincronización del sueño junto con otras variables durante la noche polar (Kennaway et al., 1991), el aporte del reloj social, con sus horarios fijos de actividades de trabajo y de alimentación, contribuiría a la sincronización de los ritmos compensando la ausencia de claves lumínicas naturales (Arendt, 2012; J. Arendt et al., 2018). El retraso de fase podría evidenciarse, a su vez, en la cantidad de tiempo que los participantes pudieron dormir durante los días laborales. Como ya hemos demostrado en trabajos previos en nuestro laboratorio, al acostarse más tarde y levantarse temprano para comenzar con

la actividad laboral, la duración de tiempo para dormir durante los días de trabajo disminuye (Folgueira et al., 2019). En el mismo sentido, se observó que la latencia de conciliación fue mayor durante la noche polar en los días trabajo, mostrando que a pesar de que la agenda laboral requería que los sujetos descansaran desde temprano, les costaba mayor tiempo quedarse dormidos. Sumado a ello, se halló un retraso en el cronotipo y un aumento del jet lag social durante los meses de oscuridad que reforzaron la idea de que la baja intensidad y duración de exposición a la luz pueden alterar nuestros ritmos (Usui et al., 2001). Estudios previos han evidenciando un claro retraso del inicio y finalización del sueño durante los días en los que los participantes no debían cumplir con una agenda de horarios preestablecida (Francis et al., 2008). El aplazamiento de los cronotipos durante la noche polar evidencia nuevamente que los participantes modificaron sus horarios para acostarse y para levantarse hacia horarios más tardíos, lo que generó una disminución de las horas de sueño durante la semana, impactando luego sobre el jet lag social. Podemos decir entonces que el aumento del jet lag social se produjo, en parte, como consecuencia de la deuda de sueño que los participantes acumularon durante la semana. El presente trabajo representa la primera evidencia del estudio del cronotipo a lo largo de un año de aislamiento antártico. Existen, sin embargo, antecedentes que van en línea con los resultados obtenidos. Un estudio en el que se evaluó el cronotipo mediante el cuestionario MEQ antes del viaje y durante la noche polar, evidenció que los sujetos se identificaron con patrones más nocturnos con respecto a las mediciones realizadas antes de la expedición (N. Chen et al., 2016). En contraposición, otro estudio que evaluó de la misma forma el cronotipo, observó que los sujetos prefirieron más los horarios matutinos durante la noche polar (Premkumar et al., 2013). Es adecuado aclarar que, mientras que el MEQ indaga respecto de preferencias sobre horarios para acostarse, levantarse y realizar determinadas tareas, el MCTQ pregunta respecto de horarios reales de sueño durante días de trabajo y días libres y ha probado ser confiable en relación a mediciones llevadas a cabo con actígrafos (Dimitrov et al., 2018; Roenneberg et al., 2003).

Además, se observó una correlación positiva entre los cronotipos y el jet lag social, comprobando que los cronotipos más tardíos presentaron mayores diferencias entre los mid-sleep de la semana con respecto a los de los fines de semana, algo que ya había sido reportado en cronotipos vespertinos durante una campaña de verano (Tassino et al., 2016).

En relación a las comparaciones entre los cronotipos, la duración de sueño no mostró las diferencias significativas que esperabamos hallar y que han sido reportadas con anterioridad (Roenneberg et al., 2003; Tosini et al., 2017). Teniendo en cuenta la correlación positiva entre cronotipos y jet lag social mencionada con anterioridad en este capítulo, esperábamos ver que los cronotipos vespertinos compensaran su deuda de sueño durante el fin de semana, exhibiendo una mayor duración en sus días libres. A pesar de ello, sí encontramos que los cronotipos vespertinos reportaron sentirse alerta significativamente más tarde que los matutinos durante los días libres. Sumado a ello, observamos que la duración de las siestas de los cronotipos vespertinos fue significativamente mayor durante los días de trabajo y los días libres, evidenciando mayor cansancio y mayor necesidad de compensar sueño, con respecto al grupo de cronotipos matutinos. Tal como esperábamos, el grupo de vespertinos tardó más tiempo en conciliar el sueño durante los días de trabajo y los días libres. Estos resultados van en congruencia con los retrasos de fases observados en las personas con estas características y las consecuencias que ellas ocasionan (Bauducco et al., 2020; Kim et al., 2020; Zhang et al., 2019). En el mismo sentido, un estudio en la base antártica uruguaya, que fue llevado a cabo durante el verano, encontró que los cronotipos vespertinos adelantaron la fase de inicio de secreción de melatonina, mientras que los cronotipos matutinos mostraron un retraso en el mismo (Silva et al., 2019).

La mayoría de los estudios en la Antártida centraron su atención sobre los patrones de sueño (J. Arendt et al., 2018; Broadway et al., 1986; Collet et al., 2015; Gander et al., 1991; Kawasaki et al., 2018; Mairesse et al., 2019; Ross et al., 1995; Wegener et al., 2016), dejando de

lado la importancia que tiene el ciclo actividad-reposo en el control del ciclo sueño-vigilia y en diversas funciones fisiopatológicas (Mormont et al., 2000; Paudel et al., 2010). Este trabajo pone en evidencia el rol fundamental de la actividad para el estudio de la adaptación humana a ambientes extremos mediante la recolección de once meses de datos de actividad ininterrumpidos. Los principales marcadores de fase mostraron el efecto de la noche polar sobre los patrones de actividad de los participantes. El centro de gravedad y la acrofase evidenciaron un retraso durante el invierno, mostrando que la mayor cantidad de actividad y su punto máximo se registraron en horarios más tardíos en los meses de oscuridad. Estudios previos, realizados fuera de la Antártida, avalan estos resultados, ya que se ha hallado que la exposición tardía a la luz solar se asocia con un pico de actividad más tardío (Quante et al., 2019). Asimismo, se ha observado que las personas que sufren de trastorno afectivo estacional tienen ritmos de actividad-reposo más tardíos y menos estables a lo largo del día (Teicher, 1997). Por lo tanto, podríamos pensar que el ritmo circadiano de actividad de los participantes sufrió un retraso como consecuencia de no tener contacto con la luz natural durante los meses de invierno y su posible asociación con cambios en el estado de ánimo. Asimismo, el mesor reflejó una disminución de la actividad media durante el mismo período, consistente con estudios previos realizados en pacientes con trastorno afectivo estacional (Smagula et al., 2015; Smagula et al., 2018). Además, se observó un deterioro de los ritmos evidenciado en una disminución de la amplitud. Este resultado concuerda con un estudio previo en el que se reportó falta de robustez y estabilidad en el ritmo de actividad durante el invierno antártico (Kawasaki et al., 2018). Sumado a ello, la fragmentación de los ritmos ha sido tradicionalmente asociada con trastornos como la depresión (Emens et al., 2009; Luik et al., 2013). A su vez, se ha reportado que en otras regiones fuera del continente antártico la fragmentación del ritmo actividad-reposo aumenta durante el invierno comparado con el verano (Kume et al., 2017). Se especula que la fatiga podría cumplir un papel fundamental en estos cambios en el ciclo actividad-reposo (Smagula et al., 2018).

A pesar de que la mayoría de los parámetros del ciclo actividad-reposo mostraron el impacto de la estacionalidad, el inicio de la actividad se vio retrasada y el fin de la actividad mostró un adelanto a medida que los meses de la campaña avanzaron, evidenciando que la cantidad de tiempo de aislamiento habría modulado la actividad retrasando su comienzo y volviendo más temprano su fin. Cabe aclarar que estos resultados no coinciden con el efecto estacional observado en la duración de sueño (MCTQ) debido a que el inicio y fin de actividad fueron calculados a partir del punto en el que la cantidad de actividad cruzó su media y se mantuvo por al menos 120 minutos, por lo tanto, no homologamos inicio y fin de actividad con inicio y fin de sueño. En este sentido, puede que los participantes tuvieran una actividad por debajo de la media pero que a la vez no estuvieran durmiendo.

Al separar la actividad de la semana y la del fin de semana observamos patrones similares que respaldaron aquellos obtenidos en el cuestionario de cronotipo de Munich. En primer lugar, tanto el área como la media de actividad mostraron diferencias significativas entre ambas condiciones, junto con una disminución de estas variables durante el invierno polar. En segundo lugar, el ángulo de fase confirmó las diferencias entre el inicio de actividad durante la semana con respecto al fin de semana, apoyando los datos sobre retrasos y jet lag social hallados en el MCTQ. Segregar la actividad entre los días de trabajo y los días libres nos permitió una aproximación más fiel al comportamiento de los ritmos de actividad durante un año de aislamiento antártico. La modulación estacional se sostuvo en todos los parámetros estudiados, confirmando los datos anuales descriptos anteriormente. Resulta interesante destacar que, a pesar de que el cálculo del jet lag social se obtiene a través de los mid-sleep, los resultados derivados de la actividad refuerzan las diferencias entre la semana y el fin de semana. Por lo tanto, la disparidad entre ambas condiciones no sólo se observan en relación ciclo sueño-vigilia sino también al ciclo actividad-reposo.

En conclusión, los parámetros de sueño y actividad, el cronotipo y el jet lag social mostraron que la fase de oscuridad del fotoperiodo extremo característico de la Antártida modula el funcionamiento de los ritmos circadianos. Tal como se preveía el reloj solar ejerció mayor influencia como sincronizador que las claves sociales. Algunas de las limitaciones de este estudio que deberían ser tenidas en cuenta para próximos trabajos son: la ausencia de un parámetro fisiológico, como por ejemplo la melatonina o el cortisol, que suelen ser indicadores más precisos de la fase de los ritmos (Dimitrov et al., 2018); el tamaño muestral reducido, propio de los estudios en las bases antárticas; y la ausencia de un grupo control en el continente para contrastar los datos obtenidos. Los resultados de este trabajo permiten profundizar el conocimiento respecto de la modulación de luz sobre los ritmos circadianos, conocer por primera vez los cambios en los cronotipos a lo largo de un año de aislamiento antártico y exhibir el perfil de actividad durante once meses ininterrumpidos. En este sentido, se destaca la importancia de trabajos de tipo longitudinal que permitan develar las fluctuaciones de las variables de interés a lo largo de toda la estadía antártica, junto con la incorporación de mediciones sobre el ritmo actividad-reposo como herramienta para una investigación más profunda del funcionamiento del reloj biológico y sus zeitgebers.

4. AFECTIVIDAD, ESTRATEGIAS DE AFRONTAMIENTO Y DINÁMICAS GRUPALES

4.1 Introducción

Los ambientes extremos desafían la habilidad de los seres humanos para adaptarse a condiciones demandantes y permiten evaluar cómo las características del ambiente pueden modular el comportamiento. Estudiar la manera en que las personas lidian con estos escenarios puede resultar en valiosa información aplicable a diversos ámbitos de la salud, la seguridad y el rendimiento en el trabajo. Trabajar en ambientes extremos requiere desplegar una amplia gama de competencias cognitivas, psicológicas y sociales. Las condiciones laborales extremas están constituidas por la combinación de diferentes variables tales como, el clima, el confinamiento, el aislamiento y la ausencia de luz natural. Muchas de estas variables contextuales ya han sido estudiadas en marines (Sargent et al., 2017), trabajadores en minas (Bowers et al., 2018), astronautas (Suedfeld et al., 2009) y tripulaciones antárticas (M. Nicolas et al., 2016). Particularmente, la Antártida representa uno de los ambientes más desafiantes a la hora de trabajar. Además de la temperatura y el fotoperíodo extremos, las bases antárticas son lugares remotos y aislados que suelen estar habitados por muy pocas personas, configurando un escenario de relaciones interpersonales limitado junto con condiciones hostiles de confinamiento y aislamiento.

Algunos estudios han centrado su atención en los cambios psicológicos derivados de trabajar en la Antártida por periodos prolongados. La severidad del ambiente parece cumplir un rol central en los cambios emocionales evidenciado en una correlación positiva con el estado de ánimo negativo (N. Chen et al., 2016) y una disminución de la empatía y la satisfacción con el trabajo y la vida (Bhargava et al., 2000). La cantidad de tiempo en aislamiento también impacta negativamente en los estados emocionales positivos y procesos afectivos a lo largo de la expedición (Ehmann et al., 2018; Peri et al., 2016), evidenciado en un aumento del estado de

ánimo deprimido (Palinkas et al., 2004). En efecto, se ha reportado la presencia de emociones negativas durante el "fenómeno de los tres cuartos", conocido como las observaciones características que se desarrollan después de la primera mitad de la expedición (Wang et al., 2015).

Otros estudios han hecho foco en cómo las personas lidian con este contexto extremo, midiendo las estrategias de afrontamiento frente al estrés, entendidas como los recursos cognitivos y comportamentales para enfrentar situaciones estresantes (Folkman et al., 2004). El estudio del estrés es esencial dentro las investigaciones sobre la adaptación psicológica a ambientes extremos y su utilización para el desarrollo de medidas de intervención psicológica para afrontar estas circunstancias (Nicolas et al., 2015). El estrés subjetivo ha mostrado un patrón similar al de las variaciones emocionales, es decir, se ha observado un aumento hacia el final de la experiencia de aislamiento (Michel Nicolas et al., 2016). Sin embargo, otros estudios encontraron una reducción en las estrategias de afrontamiento durante la noche polar, en oposición a la idea establecida del uso de estrategias más activas frente a estresores crónicos (Sandal et al., 2018). Además, se ha hallado una asociación entre las estrategias de afrontamiento y los mecanismos de defensa, indicando que ambos están involucrados en el proceso de adaptación psicológica (Nicolas et al., 2013). Los mecanismos de defensa son procesos psicológicos automáticos que se activan para proteger al individuo de estresores que provienen tanto de riesgos internos como externos (Bell, 1994) y reflejan características de la personalidad del individuo, la madurez emocional y sus habilidades para adaptarse (Nam et al., 2019). Las estrategias de afrontamiento de estilo adaptativo han sido asociadas con mecanismos de defensa maduros, mientras que las estrategias de afrontamiento menos adaptativas han sido vinculadas con síntomas de depresión (Nicolas et al., 2013). En la misma línea, las defensas inmaduras, correlacionaron positivamente con el estrés total y el estrés percibido durante el período de confinamiento (Nicolas et al., 2015).

Además de la afectividad y los estilos de afrontamiento, las dinámicas grupales han ganado interés en el campo de la investigación de los ambientes extremos. El estudio de las dinámicas grupales durante las expediciones antárticas se centra en las interacciones interpersonales entre los miembros de la tripulación (Wang et al., 2015). Algunos trabajos han encontrado que los periodos largos de aislamiento pueden aumentar la tensión social (Leon et al., 2011; Palinkas et al., 2008) y deteriorar el apoyo social (Palinkas et al., 2004), resultando en una disminución del desempeño profesional (M. Nicolas et al., 2016). En este sentido, los supervisores o jefes cumplen un rol central en el desempeño del trabajo en equipo, reduciendo el estrés y la tensión entre los individuos (M. Nicolas et al., 2016). Los conflictos y la tensión entre los miembros de la tripulación inducidos por los contextos extremos y aislados (Leon et al., 2011) surgen como consecuencia de los bajos niveles de privacidad, el aburrimiento, la monotonía (Suedfeld, 2001) y las tareas de gran exigencia.

Este trabajo representa el primer estudio en evaluar múltiples variables psicológicas de forma simultánea en una tripulación antártica a lo largo de un año. Las variaciones en el estado de ánimo, las estrategias de afrontamiento y las relaciones interpersonales ya han sido descriptas en diferentes expediciones antárticas. Sin embargo, los estudios previos solo han estudiado estas variables de manera aislada dejando de lado la interrelación entre los diversos factores que pueden potenciar o disminuir su efecto. Además, muchas de las investigaciones se han centrado en periodos cortos de tiempo, desatendiendo el potencial impacto del aislamiento y el confinamiento prolongado. Asimismo, las bases antárticas suelen tener características geográficas específicas (latitud, distancia al polo y grado de aislamiento), que, sumado a las características culturales únicas de la tripulación, plantea la necesidad de acrecentar los estudios de este tipo. En consecuencia, el objetivo de este estudio es evaluar las variaciones en el estado de ánimo y las estrategias de afrontamiento y su posible modulación por las dinámicas grupales en una

tripulación de la Base Belgrano II a lo largo de un año de confinamiento. Nuestra hipótesis es que la noche polar y las condiciones de aislamiento deterioran la adaptación psicológica, considerando a las relaciones sociales como uno de los factores principales que impactan en los parámetros afectivos.

4.2 Materiales y Métodos

Diseño y Sujetos

Este es un estudio observacional, analítico y longitudinal llevado a cabo en la Base Antártica Argentina Belgrano II.

Las variables psicológicas fueron evaluadas mes por medio a lo largo de un año de campaña antártica (marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre).

Trece sujetos (n=13) sanos con una edad promedio de 34 ± 1 y características antropométricas similares (Índice de masa corporal: 26 ± 1kg/m2), miembros del Ejército Argentino, participaron voluntariamente de este estudio, dando su consentimiento escrito luego de conocer acerca del objetivo y la naturaleza de este estudio.

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Nacional de Quilmes y fue llevado a cabo de acuerdo a la Declaración de Helsinki y sus enmiendas.

Mediciones

Cuestionarios afectivos

Inventario de Depresión de Beck II (BDI-II)

El Inventario de Depresión de Beck II (Beck et al., 1996) [Versión argentina, (Brenlla, 2006)] es una escala reconocida y utilizada para evaluar estados de depresión. Consiste en un cuestionario autoadministrable de 21 ítems con una escala entre 0 (en absoluto) y 3 (considerablemente), que identifica la severidad de los síntomas de acuerdo al Manual Estadístico y Diagnóstico de los Trastornos Mentales (DSM-IV) (Bell, 1994). Los puntajes son categorizados en cuatro niveles que indican síntomas de depresión mínimos (0-13), leves (14-19), moderados (20-28) o severos (29-63).

Inventario de Ansiedad de Beck (BAI)

El inventario de Ansiedad de Beck (Beck et al., 1988) [Versión castellana, (Magan et al., 2008)] es un cuestionario que evalúa la ansiedad y se centra en síntomas somáticos relacionados con los criterios del trastorno de pánico de acuerdo al Manual Estadístico y Diagnóstico de los Trastornos Mentales (DSM-IV) (Bell, 1994). Es un cuestionario autoadministrable con 21 ítems que describen síntomas de ansiedad con una escala del 0 (en absoluto) al 3 (considerablemente) para informar la intensidad en que aparecen estos síntomas. Valores altos representan mayor severidad en el cuadro de ansiedad.

Cuestionarios de afrontamiento

COPE

Para evaluar el modo en que los participantes lidian con el estrés, administramos la versión corta de la escala COPE (Carver et al., 1989) [Versión castellana, (Morán et al., 2010)]. El afrontamiento hace referencia al repertorio cognitivo y las estrategias comportamentales para lidiar con el estrés (Folkman et al., 2004), que pueden ser agrupadas en dos estilos principales: centrada en problemas y centrada en emociones (Folkman et al., 1980). El primero hace referencia a enfrentarse con la fuente de estrés, mientras que el segundo alude al intento de manejar los pensamientos y sentimientos asociados al estresor (Litman, 2006). Consiste en 38 ítems que describen modos de responder frente al estrés en la que los sujetos deben responder utilizando una escala likert de 0 (nunca) a 6 (siempre). Las respuestas fueron agrupadas en dos dimensiones de afrontamientos: afrontamiento orientado a tareas (TOC), que involucra lidiar con las fuentes de estrés; y afrontamiento desconectado de las tareas (DOC), que implica una combinación entre acercamiento y evitación con orientación y desconexión con la tarea. TOC incluye las siguientes dimensiones: Afrontamiento activo, Planificación y Revalorización positiva; DOC está constituida

por: Comportamiento evitativo, Culpa y Negación. Valores altos en TOC representan un estilo más adaptativo de afrontamiento, mientras que el aumento de los valores de DOC evidencian un estilo de afrontamiento menos adaptativo.

Cuestionario de Estilos de Defensa

El cuestionario DSQ40 (Andrews et al., 1993) fue administrado para estudiar los mecanismos defensivos, que se definen como estilos de afrontamiento orientados a conflictos internos y disposicionales, y que, en este sentido, suelen ser consistentes a lo largo del tiempo y en diferentes situaciones (Nicolas et al., 2009). El DSQ40 fue diseñado para identificar cómo las personas lidian con conflictos internos (Halim et al., 2013). Para ello utilizamos la versión castellana publicada por Chavez-León (2006), cuya validez y confiabilidad fue evaluada en una muestra de 261 participantes. Cada ítem fue puntuado con una escala Likert de 0 (nada de acuerdo) a 6 (muy de acuerdo), dependiendo de en qué medida cada uno de los ítems representa la percepción de los participantes. Los mecanismos de defensa fueron unificados en dos grandes dimensiones (Bonsack et al., 1998): Defensas Maduras, cuyos valores altos representan una mayor utilización del comportamiento ligado a la resolución de problemas, y Defensas Inmaduras, cuyo aumento representa un mayor uso de comportamientos evitativos.

RESTQ

El cuestionario RESTQ es una versión adaptada del cuestionario original diseñado para atletas (Kellmann & Kallus, 2002) [Versión castellana, (González-Boto et al., 2009)]. Evalúa estrés y recuperación percibidas. Consiste en 12 dimensiones compuestas por 7 escalas de estrés y 5 relacionadas con la recuperación frente al estrés. Un aumento en la dimensión de estrés representa altos niveles de tensión subjetiva, mientras que un aumento de la dimensión de recuperación evidencia una buena capacidad para recuperarse frente al estrés. El puntaje global,

denominado Índice de estrés-recuperación, es calculado restándole al puntaje total de recuperación, el puntaje total de estrés.

Cuestionarios sociales y ocupacionales

Escala de Ambiente Grupal

La escala IGES (Wilson et al., 2008) es una versión abreviada de la escala original de Moos (1994), la cual describe el clima social percibido entre grupos de personas. Administramos la versión castellana traducida por un experto teniendo en cuenta los cuestionarios de Moos que ya han sido validados previamente (García-Saisó et al., 2014; Prado Delgado et al., 2010). Consiste en 14 ítems que pertenecen a tres categorías: Cohesión (cinco ítems centrados en el apoyo grupal), Implementación y Preparación (cinco ítems relacionados con la planificación y la organización), y Actividad Contraproducente (cuatro ítems centrados en actividad grupal desfavorable y negativa). Valores altos en la Cohesión representan mayor apoyo grupal, un aumento en los valores de Implementación y Preparación demuestran una mayor planificación y organización, mientras que valores altos en la Actividad Contraproducente evidencian un aumento en la actividad grupal desfavorable.

Cuestionario sobre el Contenido del Trabajo

Para evaluar las características sociales y psicológicas en el ambiente de trabajo, los participantes completaron el cuestionario JCQ. Se utilizó la versión de 18 ítems utilizada anteriormente en (Michel Nicolas et al., 2016) [Versión castellana (Escribá-Agüir et al., 2001)]. El JCQ incluye cuatro dimensiones: Autonomía de Decisión (cinco ítems relacionados con la toma de decisiones en el trabajo, la creatividad y la habilidad para poner en práctica y mejorar las destrezas), Exigencias Psicológicas Laborales (cinco ítems respecto de la cantidad de tiempo y esfuerzo cognitivo necesarios para completar los requerimientos del trabajo), Apoyo de los

Colegas (cuatro ítems centrados en las fuentes materiales y afectivas provistas por los compañeros), y Apoyo Jerárquico (cuatro ítems sobre la calidad de liderazgo). Valores altos en la Autonomía de Decisión representan mayor flexibilidad para la toma de decisiones, un aumento en los valores de las Exigencia Psicológicas Laborales muestra mayor esfuerzo cognitivo durante las tareas laborales, y valores altos en el Apoyo de los Colegas y el Apoyo Jerárquico evidencian mayor apoyo social.

Análisis estadístico

Todos los análisis se llevaron a cabo con el GraphPad Prism 7. Los valores de las figuras representan el promedio y el error estándar. Para las comparaciones estadísticas de los puntajes obtenidos de los cuestionarios afectivos y los cuestionarios sociales y ocupacionales se utilizó un ANOVA de una vía de medidas repetidas (Mes) con un análisis post-hoc de Bonferroni para comparaciones múltiples. Para los cuestionarios de afrontamiento las comparaciones estadísticas de los puntajes obtenidos fueron realizados a través de un ANOVA de dos vías de medidas repetidas (Mes, Dimensión, Interacción entre Mes x Dimensión) seguido por un análisis post-hoc de comparaciones múltiples con el método de Bonferroni. Las correlaciones entre los promedios anuales del Índice estrés-recuperación, Defensas Maduras e Inmaduras, estilos de afrontamiento TOC y DOC, y las dimensiones del JCQ fueron analizadas mediante un test de correlación de Pearson (r). Se aplicó corrección de FDR q=0.2 a estos resultados para controlar la tasa de error familiar. Los niveles de significación y confianza fueron fijados a un nivel alfa de 0.05.

Cuestionarios afectivos

La cantidad de síntomas de depresión y ansiedad se mantuvieron por debajo del punto de corte para el diagnóstico de trastorno mental en cada uno de los meses de medición. Ninguno de los dos cuestionarios, ni el BDI-II y ni el BAI, mostraron variaciones significativas a lo largo del año (Tabla 4.1), evidenciando patrones estables en la salud mental de los participantes a lo largo de la expedición.

Tabla 4.1 Anova de una vía de los cuestionarios BDI-II y BAI

Cuestionario Psicológico	DF	F (DFn,DFd)	Valor p
BDI - II	4	0.34 (2.54, 28.04)	ns
BAI	4	1.33 (2.39, 26.34)	ns

Nota: BDI-II (Inventario de Depresión de Beck), BAI (Inventario de Ansiedad de Beck).
*p< 0.05

Cuestionarios de afrontamiento

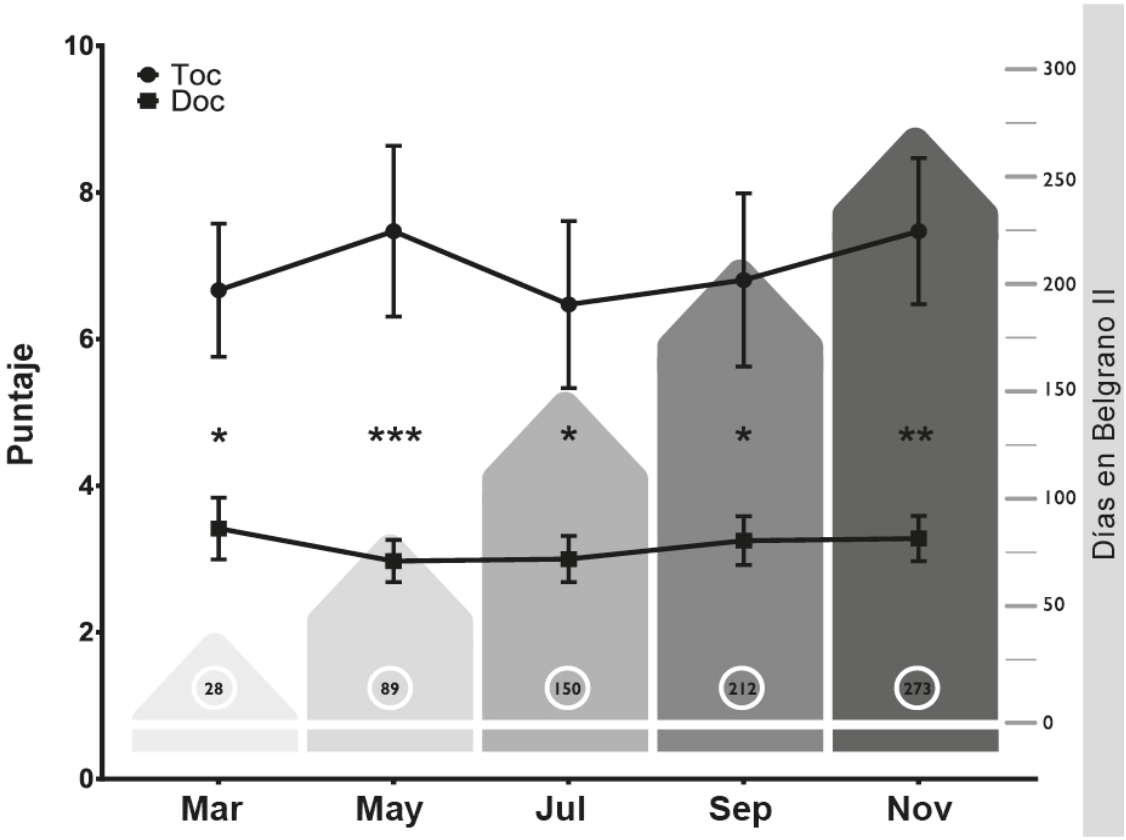
Al analizar los estilos de afrontamiento, se observó que el afrontamiento orientado a tareas (TOC) prevaleció sobre el afrontamiento desconectado de las tareas (DOC) en cada uno de los puntos de medición (Tabla 4.2), sugiriendo que los sujetos tendieron a utilizar estrategias de afrontamiento de estilo más adaptativo independientemente de la estacionalidad y el aislamiento [Figura 4.1]. No se hallaron diferencias significativas a lo largo del año dentro de cada estilo de afrontamiento (Tabla 4.2).

Tabla 4.2 Anova de dos vías de medidas repetidas para COPE

COPE	DF	F (DFn,DFd)	Valor p
Interacción	4	1.24(4,88)	ns
Mes	4	1.02(4,88)	ns
Dimensión	1	12.99 (1,22)	0.001**

Nota: COPE (Cuestionario de Afrontamiento). Análisis post-hoc Bonferroni post-hoc para COPE - Dimensión TOC>DOC: Marzo p< 0.02, Mayo p< 0.001, Julio p< 0.01, Septiembre: p< 0.01, Noviembre p< 0.001).
** p< .01

Figura 4.1 Cuestionario COPE



Estilos de Afrontamiento. TOC prevaleció sobre DOC (ANOVA de dos vías de medidas repetidas, Dimensión p< 0.001), que fue evidenciada en cada uno de los puntos de medición (análisis post-hoc mediante Bonferroni para marzo: $p < 0.02$, para mayo: $p < 0.001$, para julio: $p < 0.01$, para septiembre: $p < 0.01$, para noviembre $p < 0.001$). El eje derecho y las barras sombreadas ilustran la cantidad de tiempo en aislamiento. El círculo dentro de las barras de cada mes representa la cantidad de días en la Base Belgrano II.

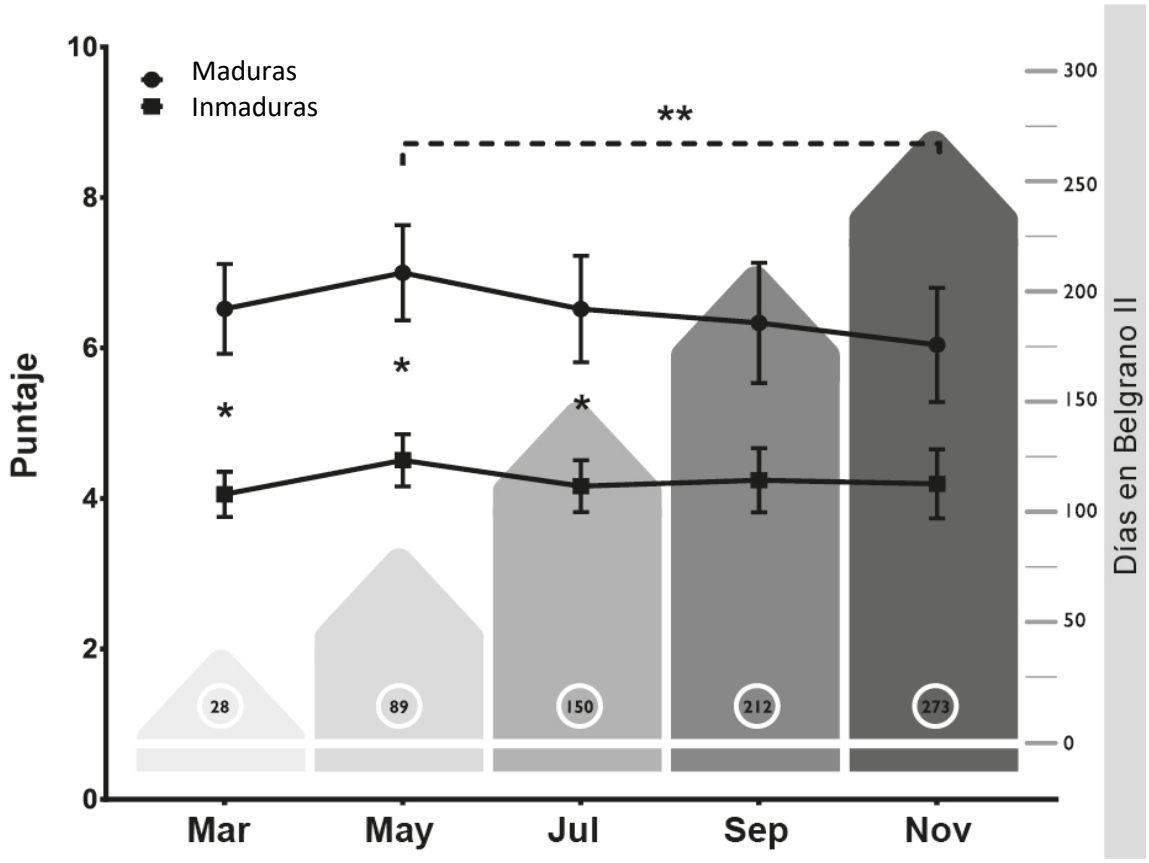
Se observaron variaciones significativas para los mecanismos de defensa utilizados por los participantes en la expedición. Comparado con las Defensas Inmaduras, las Defensas Maduras exhibieron valores superiores a lo largo del año, evidenciado en diferencias significativas durante el comienzo y la mitad de la expedición (Tabla 4.3) [Figura 4.2]. Además, se observó una disminución en las Defensas Maduras durante la campaña (Tabla 4.3), con valores significativamente mayores en mayo que en noviembre, indicando un declive en la adaptación psicológica en el último cuarto de la experiencia de confinamiento. No se hallaron diferencias significativas para las Defensas Inmaduras.

Tabla 4.3 ANOVA de dos vías de medidas repetidas para DSQ40

DSQ40	DF	F (DFn, DFd)	Valor p
Interacción	4	1.24 (4, 88)	ns
Mes	4	3.66 (4, 88)	0.008 **
Dimensión	1	8.59 (1, 22)	0.007**

Nota: DSQ40 (Cuestionario de Esilos defensivos). Análisis post-hoc Bonferroni para Mes: Marzo p< 0.01, Mayo p< 0.01, Julio: p< 0.01, Septiembre p= ns, Noviembre p= ns; - Dimensión: Madura Mayo>Nov p< 0.01.
** p< 0.01

Figura 4.2 Cuestionario DSQ40



Mecanismos de defensa. Las Defensas Maduras exhibieron valores mayores que las Defensas Inmaduras a lo largo de la campaña (Anova de dos vías de medidas repetidas, Mes [$p < 0.01$], Dimensión [$p < 0.01$]), evidenciado en diferencias significativas durante el tercer cuarto de la expedición (análisis post-hoc mediante Bonferroni para marzo: $p < 0.01$, para mayo: $p < 0.01$, para julio: $p < 0.01$, para septiembre p = ns, para noviembre: p = ns). Las Defensas Maduras mostraron un declive progresivo a lo largo de la campaña (análisis post-hoc mediante Bonferroni para mayo vs. noviembre $p < 0.01$). El eje derecho y las barras sombreadas ilustran la cantidad de tiempo en aislamiento. El círculo dentro de las barras de cada mes representa la cantidad de días en la Base Belgrano II.

En relación al cuestionario RESTQ, los análisis de ANOVA no arrojaron resultados significativos para el Índice de estrés-recuperación a lo largo del año, indicando que la relación entre el estrés y la recuperación se mantuvo estable durante la campaña (Tabla 1).

Tabla 4.4 Anova de una vía de medidas repetidas para RESTQ

Variable	DF	F (DFn,DFd)	Valor p
índice Estrés- Recuperación	4	2.13 (2.61, 28.72)	ns

Nota: RESTQ (Cuestionario de Estrés- Recuparación).
* p< 0.05

Cuestionarios sociales y ocupacionales

Con respecto a las escalas sociales y ocupacionales, las dimensiones del inventario IGES (Cohesión, Implementación y Preparación, Actividad Contraproducente) no variaron durante la campaña, mostrando que ni el aislamiento ni la estacionalidad impactaron sobre estas variables (Tabla 4.5). Sin embargo, el cuestionario JCQ evidenció cambios significativos a lo largo del año para el Apoyo Social y el Apoyo Jerárquico, que exhibieron una declinación en la expedición (Tabla 4.6). Ambas variables, Apoyo de los Colegas [Figura 4.3 A] y Apoyo Jerárquico [Figura 4.3 B] disminuyeron significativamente a lo largo del año (Tabla 4.6), demostrando un descenso a medida que los días de aislamiento aumentaron. Sumado a ello, las Exigencias Psicológicas Laborales y la Autonomía de Decisión no mostraron variaciones significativas (Tabla 4.6) [Figura 4.3 C y D].

Tabla 4.5 Anova de una vía de medidas repetidas para IGES

Variable	DF	F (DFn,DFd)	Valor p
Cohesión	4	0.92 (3.11, 34.29)	ns
Implementación y Preparación	4	1.29 (2.69, 29.62)	ns
Actividad Contraproducente	4	0.32 (2.63, 28.96)	ns

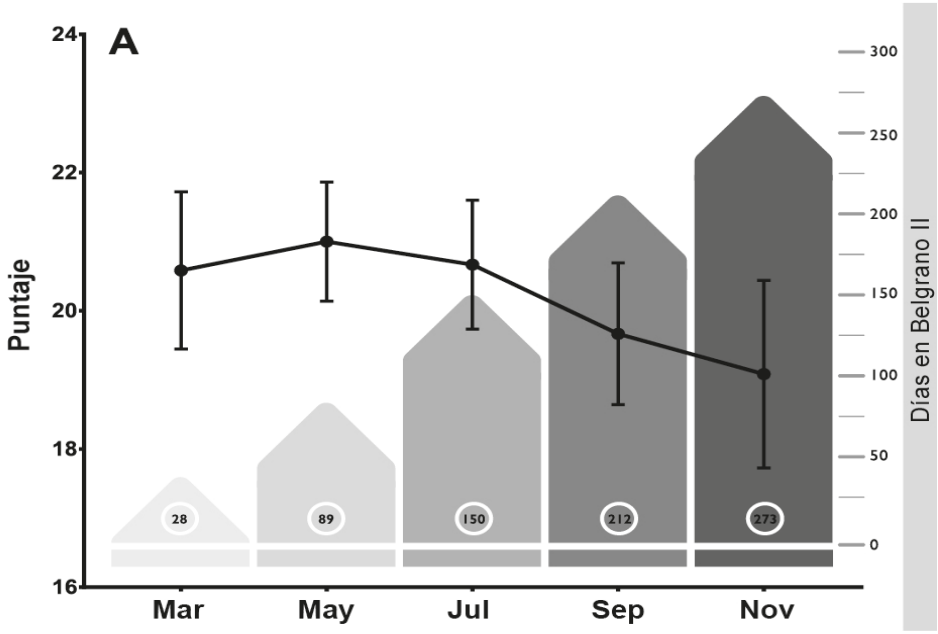
Nota: IGES (Escala de Intervención de Ambiente Grupal)
* p< 0.05

Tabla 4.6 Anova de una vía de medidas repetidas para JCQ

Variable	DF	F (DFn,DFd)	Valor p
Autonomía de Decisión	4	1.32 (2.37, 26.17)	ns
Exigencias Psicológicas Laborales	4	0.60 (2.8, 31.01)	ns
Apoyo de los Colegas	4	3.24 (3.06, 33.71)	0.03*
Apoyo Jerárquico	4	4.10 (2.49, 32.42)	0.02*

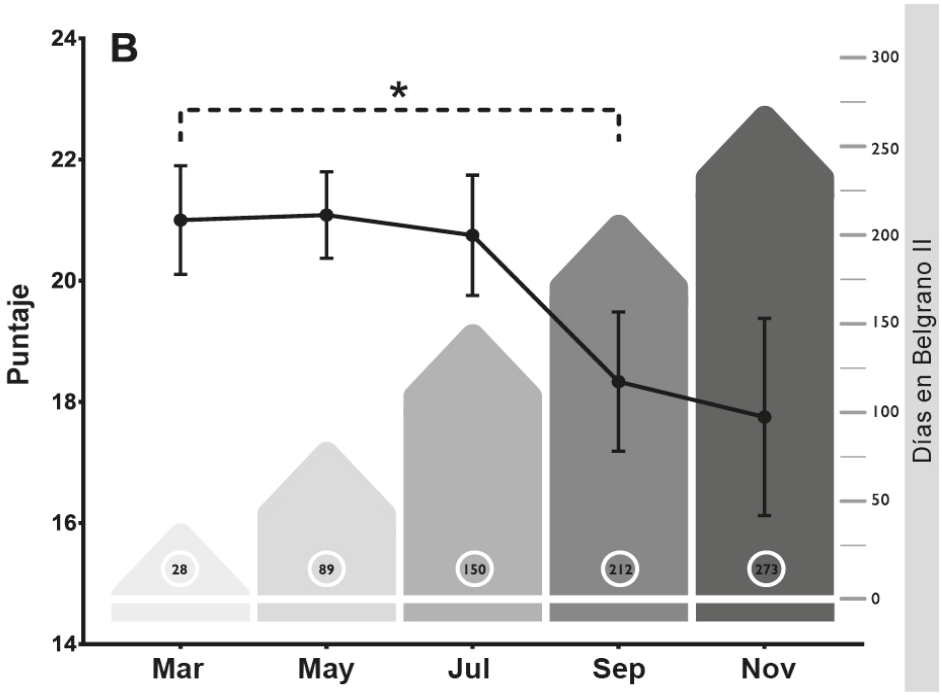
Nota: JCQ (Cuestionario de Contenido del Trabajo)
* p< 0.05

Figura 4.3 A Cuestionario JCQ: Apoyo de los Colegas



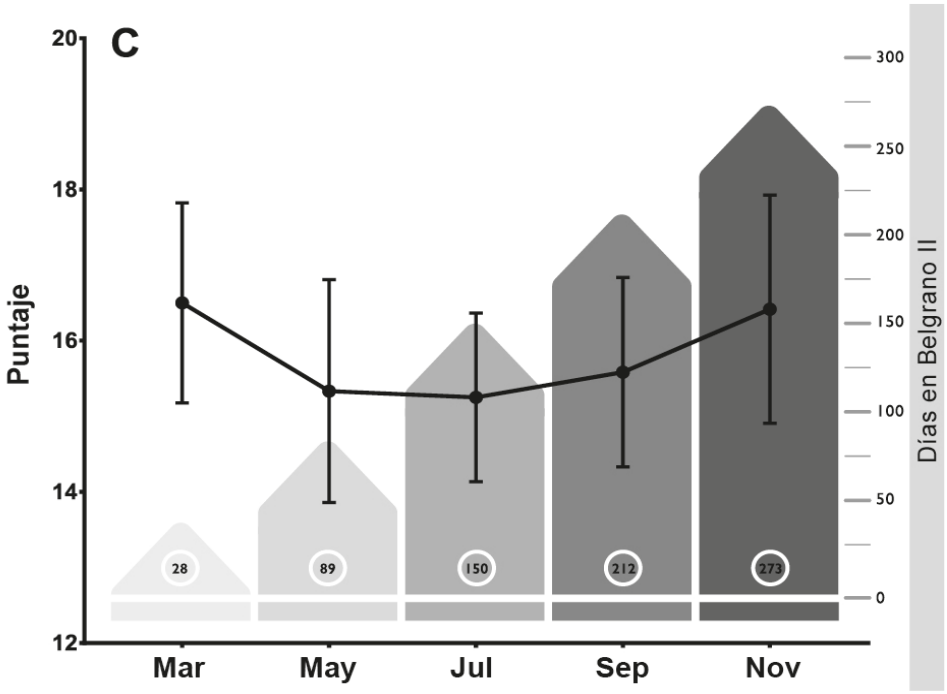
El Apoyo de los Colegas disminuyó significativamente a lo largo del año (Anova de una vía de medidas repetidas $p < 0.03$)

Figura 4.3 B Cuestionario JCQ: Apoyo Jerárquico



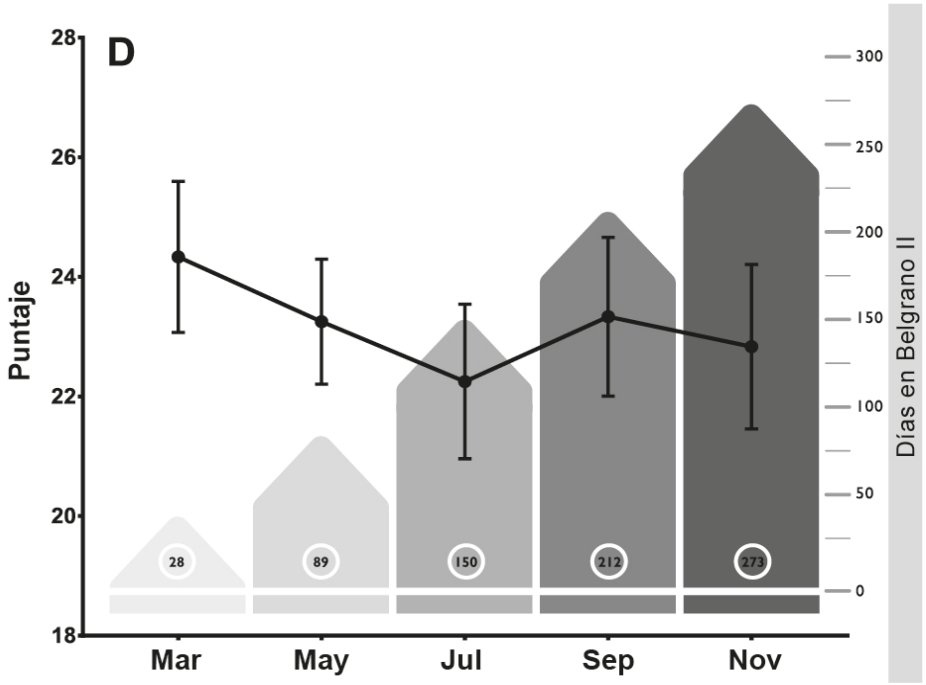
El Apoyo Jerárquico disminuyó significativamente a lo largo de la campaña (ANOVA de una vías de medidas repetidas $p < 0.01$), evidenciado en diferencias significativas entre marzo y septiembre (análisis post-hoc mediante Bonferroni marzo vs septiembre $p < 0.04$)

Figura 4.3 C Cuestionario JCQ: Exigencias Psicológicas Laborales



Las Exigencias Psicológicas Laborales no mostraron diferencias significativas (ANOVA de una vía de medidas repetidas *p*= ns)

Figura 4.3 D Cuestionario JCQ: Autonomía de Decisión



La Autonomía de Decisión no mostró diferencias significativas a lo largo del año (ANOVA de una vía de medidas repetidas *p* = ns)

Correlaciones entre los promedios anuales de los cuestionarios

Con el objetivo de dilucidar la relación entre los parámetros sociales y la habilidad de los participantes para lidiar con el estrés, se correlacionó el promedio anual del RESTQ, JCQ, DSQ40 y COPE (Tabla 4.7). La Autonomía de Decisión se asoció positivamente con el Índice de estrés-recuperación y con TOC. Las Exigencias Psicológicas Laborales también correlacionaron positivamente con los mecanismos de Defensa Madura. Ambos mecanismos de defensa, Maduros e Inmaduros, correlacionaron positivamente con TOC. Se halló una correlación positiva en el Índice de estrés-recuperación y el Apoyo de los Colegas. Lo mismo ocurrió con el Apoyo Jerárquico, que correlacionó positivamente con el Índice de estrés-recuperación. Los datos sugieren que la relación entre el apoyo social y la habilidad para manejar el estrés pueden ser de gran importancia durante la noche polar y durante periodos prolongados de aislamiento. A lo largo del año, estas correlaciones no mostraron correlaciones consistentes (no mostrado).

Tabla 4.7 Correlaciones entre los puntajes promedios de JCQ, RESTQ, COPE and DSQ40.

		JCQ				RESTQ	DSQ40		COPE	
		Autonomía de Decisión	Exigencias Psicológicas Laborales	Apoyo de los Colegas	Apoyo Jerárquico	Índice Estrés-Recuperación	Defensas Maduras	Defensas Inmaduras	TOC	DOC
JCQ	Autonomía de Decisión									
	Exigencias Psicológicas Laborales	#								
	Apoyo de los Colegas	#	#							
	Apoyo Jerárquico	#	#	#						
RESTQ	Índice Estrés-Recuperación	**0.63***	0.22	**0.61***	**0.65***					
DSQ40	Defensas Maduras	0.43	**0.63***	0.21	0.06	0.27				
	Defensas Inmaduras	0.37	0.45	0.21	-0.02	-0.11	#			
COPE	TOC	**0.72***	0.35	0.46	0.18	0.39	**0.67***	**0.61***		
	DOC	0.52	0.31	-0.07	-0.20	0.12	0.49	0.31	#	

Nota: Esta tabla muestra los coeficientes de correlación de Pearson entre los puntajes promedio medidos a lo largo del año. Los valores p que sobrevivieron a la corrección FDR para comparaciones múltiples están resaltados en negrita. JCQ (Cuestionario de contenido del trabajo), COPE (Inventario de afrontamiento), DSQ40 (Cuestionario de estilos defensivos), RESTQ (Cuestionario de Estrés-Recuperación).
*p< 0.05

4.4 Discusión

Este estudio se propuso investigar los parámetros psicológicos y sociales, así como las estrategias de afrontamiento que han demostrado ser centrales en la adaptación durante las expediciones antárticas. Tal como hipotetizamos, las condiciones extremas del contexto impactaron sobre estas variables, que mostraron una disminución significativa en la percepción del Apoyo de los Colegas, el Apoyo Jerárquico y las Defensas Maduras. Nuestros resultados evidenciaron la importancia de las relaciones interpersonales en la adaptación psicológica a ambientes extremos.

Cuestionarios afectivos

Las variaciones estacionales durante las campañas antárticas ya han sido descriptas anteriormente (Palinkas et al., 2008). Sin embargo, no hay un consenso respecto a cuáles son los cambios psicológicos que suceden en este contexto extremo (Tortello et al., 2018). Algunos estudios han mostrado que los trastornos afectivos ocurren como consecuencia de las variaciones estacionales (Harris et al., 2010), mientras que otros no han encontrado diferencias (Khandelwal et al., 2017) o incluso han hallado una mejora en las funciones psicológicas (Suedfeld et al., 2016). En este sentido, investigaciones previas han encontrado una disminución en los síntomas de ansiedad (Steine et al., 2003) y una declinación en los síntomas de depresión (Palinkas et al., 1995), junto con ausencia de desórdenes afectivos estacionales (asociados a la depresión) en residentes polares temporarios (Arendt, 2012). A pesar de que existe evidencia previa que apoya nuestros resultados de que los ambientes extremos no generan necesariamente consecuencias patológicas (Suedfeld et al., 2000), los parámetros de depresión y ansiedad fueron evaluados únicamente con cuestionarios del tipo “screening” desarrollados para examinar trastornos psicológicos, y puede que no sean lo suficientemente sensibles para identificar cambios en otros patrones emocionales menos severos. Sumado a ello, debido a que se utilizaron cuestionarios

auto-administrables que preguntan sobre la presencia de síntomas específicos dentro de un contexto laboral los resultados deberían analizarse con cautela, ya que, el sesgo por deseabilidad social aparece frecuentemente incluso en cuestionarios que son anónimos (Décamps et al., 2016).

Cuestionarios de afrontamiento

Lidiar con las demandas antárticas supone enfrentar un contexto estresante en el que el aislamiento, el confinamiento, y las situaciones de riesgo, desafían constantemente a los miembros de la tripulación. Las estrategias para afrontar todas estas variables son cruciales para el logro de una misión. Las estrategias de afrontamiento han sido estudiadas durante las expediciones antárticas evidenciando que exponerse a esta situación extrema mejora las habilidades para lidiar activamente con el estrés (Palinkas et al., 2008; Steine et al., 2003). En forma consistente con nuestros resultados, estudios previos han demostrado el uso satisfactorio de estrategias de afrontamiento (Barbarito et al., 2009), lo cual es razonable para una muestra motivada y experimentada. A pesar de que los participantes no fueron entrenados específicamente en estrategias de afrontamiento, el personal militar está habituado a lidiar con momentos de incertidumbre y situaciones estresantes, lo que seguramente impactó positivamente en las mediciones. Pese a que se utilizaron estrategias de afrontamiento adaptativas, se observó una declinación en las Defensas Maduras a lo largo de la expedición, mostrando que los mecanismos de defensa fueron modulados por el incremento progresivo del tiempo en aislamiento. Previamente, se ha reportado que el confinamiento prolongado con interacciones sociales restringidas a un pequeño grupo de personas y el aislamiento de la familia y los amigos produce consecuencias desfavorables en las relaciones interpersonales y en la adaptación psicológica (Palinkas et al., 2004). A pesar de que se esperaba que los mecanismos de defensa y las estrategias de afrontamiento mostraran resultados similares, ya que los dos conceptos reflejan estrategias adaptativas, las diferencias observadas entre ambas no son

sorpresivas ya que involucran procesos psicológicos diferentes. Los mecanismos de defensa hacen referencia a procesos psicológicos inconscientes, no intencionales y automáticos, mientras que las estrategias de afrontamiento son, por definición, esfuerzos conscientes, voluntarios e intencionales (Cramer, 2002; Halim et al., 2013). Creemos que la modulación ambiental fue observada únicamente en los mecanismos de defensa ya que, como son procesos inconscientes e internos del ser, no se encuentran condicionados por variables relacionadas con el trabajo y las obligaciones, que cumplen un papel central en el personal militar. Los mecanismos de defensa son más precisos a la hora de reflejar los cambios psicológicos individuales, en oposición a los estilos de afrontamiento que son acciones conscientes que pueden verse afectadas por variables externas, que no sólo incluyen las condiciones ambientales sino también la deseabilidad social y las variables interpersonales. Sumado a ello, los cuestionarios de estilos de afrontamiento miden cómo los participantes creen que se van a comportar y no cómo en realidad lo hicieron (Halim et al., 2013; Lazarus et al., 1984). Si bien estudios previos han establecido el efecto de la noche polar sobre las estrategias de afrontamiento (Sandal et al., 2018), nuestros resultados no muestran variaciones estacionales, apoyando la idea de que el aislamiento tiene un impacto mayor en las variables asociadas al bienestar psicológico (Bhargava et al., 2000).

Cuestionarios ocupacionales y sociales

Los ambientes aislados y confinados son bien conocidos por influenciar las dinámicas interpersonales, que a su vez se consideran una de las principales fuentes de estrés en la Antártida (Stuster et al., 2000). Muchos estudios en la Antártida y en otros análogos espaciales han reportado dificultades psicológicas e interpersonales significativas en la segunda parte de la misión, configurando lo que anteriormente mencionamos como “fenómeno de los tres cuartos” (Gushin et al., 1997; Kanas et al., 2007; Sandal, 2000) Sin embargo, otros no han hallado cambios en el clima social percibido a lo largo de la expedición, resaltando el rol decisivo de la motivación y

los factores sociales en las relaciones interpersonales (Kanas et al., 2007). La empatía entre los compañeros, la motivación provocada por un evento especial o fuera de la rutina y el apoyo familiar son algunos de los factores que pueden generar mejores relaciones sociales (Poláčková Šolcová et al., 2016; Suedfeld, 2005). Nuestros resultados están en línea con aquellos que muestran una disminución del rapport (Bhargava et al., 2000) y una disminución en la cantidad de interacción social tanto para pedir como para dar ayuda (Palinkas et al., 2000). Asimismo, buscar apoyo social entre los compañeros también mostró un declive a lo largo de la expedición (Peri et al., 2016), en la que las diferencias jerárquicas y roles profesionales parecen ser cruciales en la tensión interpersonal y los conflictos entre los miembros de la tripulación (M. Nicolas et al., 2016). La erosión de las variables sociales podría ser atribuida a la monotonía del ambiente, la falta de privacidad, la ausencia de nuevas personas con las que interactuar y la poca diferenciación entre el trabajo y el tiempo de esparcimiento (Palinkas et al., 2008). Posiblemente, la voluntad para mantener la cohesión social es gradualmente erosionada a medida que el tiempo en aislamiento aumenta y el final de la expedición se vuelve cercano. Hipotetizamos que la exposición prolongada a situaciones estresantes a causa del confinamiento, crea un efecto paradojal en el que el apoyo social – que actúa como medida paliativa frente al aislamiento – es obstaculizado por la falta de predisposición para buscar apoyo social por parte de los participantes. La estacionalidad parece no cumplir un rol esencial en las relaciones sociales como esperábamos. A pesar de que el invierno representa la estación más dura del año durante las expediciones antárticas, donde se han reportado una disminución en la duración del sueño (Folgueira et al., 2019), fluctuaciones en el estado de ánimo (Anton-Solanas et al., 2016), y aumento en la fatiga (N. Chen et al., 2016), las dinámicas interpersonales no se vieron afectadas, posiblemente relacionada con un aplanamiento de las emociones observado durante la noche polar (Sandal et al., 2018).

Correlaciones entre los promedios anuales de los cuestionarios

Las dimensiones ocupacionales como, por ejemplo, la Autonomía de Decisión y las Exigencias Psicológica Laborales suelen ser fuente de estrés que, a su vez, provocan que los individuos desplieguen diferentes defensas y estilos de afrontamiento para cumplir con los requerimientos laborales. Notablemente, los resultados evidenciaron que cuando ambas variables aumentaron, los participantes implementaron mecanismos adaptativos para lidiar con las demandas laborales. Estas observaciones son respaldadas por estudios previos en los que mostraron que el crecimiento o desarrollo profesional cumple un rol central en la motivación bajo condiciones de aislamiento y confinamiento (Poláčková Šolcová et al., 2016). En este sentido, permanecer bajo presión laboral puede que fortalezca la adaptación psicológica. La asociación positiva entre TOC y los mecanismos de defensa sugiere que la tripulación optó activamente por una respuesta de estilo cognitiva centrada en problemas. Este comportamiento es esperable teniendo en cuenta el perfil psicológico de los participantes y el contexto laboral en el que se tomaron las mediciones. Sin embargo, tanto las Defensas Maduras como las Inmaduras emergieron haciéndose presentes los mecanismos psicológicos inconscientes y automáticos (Halim et al., 2013). Tal como propusimos, el apoyo social fue asociado con la habilidad para recuperarse frente al estrés durante una invernada en la Antártida. El apoyo social es conocido por ser uno de los principales predictores de buena salud (Rosnet et al., 2016). A su vez, las malas relaciones sociales pueden llevar a problemas patológicos y a un deterioro de la autoimagen. Bajo condiciones antárticas, las dinámicas grupales entre los miembros de la tripulación se vuelven muy importantes, ya que el contacto con familiares y amigos puede convertirse en una fuente de estrés relacionada con problemas que no pueden resolverse a la distancia. Considerando nuestros resultados, el Apoyo de los Colegas y el Apoyo Jerárquico puede promover una mejor adaptación a los contextos estresantes. En este sentido, la interacción social puede cumplir un rol importante para proveer estrategias emocionales y cognitivas para lidiar con las características de aislamiento

de la Antártida. Nuestros hallazgos sostienen la importancia de promover relaciones saludables entre los compañeros y líderes como un mecanismo para prevenir el estrés.

Conclusión

El presente trabajo resalta la importancia de las dinámicas sociales en ambientes extremos de aislamiento y confinamiento y su impacto en los mecanismos de defensa. La ausencia de luz natural parece no tener influencia sobre estas variables psicológicas. Nuestros resultados representan la primera evidencia de la implementación de una perspectiva integrada de diferentes parámetros psicológicos a lo largo de un año en la Base Belgrano II. Sin embargo, algunas limitaciones deben ser consideradas como, por ejemplo, la muestra reducida (las tripulaciones de las bases remotas de la Antártida suelen ser pequeñas); la falta de una medida objetiva para complementar la evaluación subjetiva; y la ausencia de un grupo control en el continente. Sumado a ello, hubiera sido útil incorporar una evaluación de afecto positivo como por ejemplo la escala PANAS (Watson et al., 1988) para complementar los instrumentos de afecto negativo y explorar la relación entre las emociones positivas y las dinámicas grupales. Futuros estudios deberían incluir evaluaciones de afecto positivo, otras medidas además de los cuestionarios autoadministrables y una muestra fuera de la región polar como grupo control. Este trabajo enfatiza la necesidad de aplicar estrategias para mejorar las relaciones interpersonales para lograr una mejor adaptación a las demandas antárticas.

5. ESTIMACIÓN TEMPORAL

5.1 Introducción

La habilidad para estimar el tiempo es una de la principales funciones cognitivas que le permite a los seres humanos y a otros seres vivos optimizar su comportamiento. La utilizamos constantemente para llevar a cabo muchas de las tareas que conforman nuestra rutina, como por ejemplo, cruzar la calle o mantener una conversación fluida. Estas actividades requieren de la capacidad para medir el tiempo transcurrido en diferentes intervalos (Buhusi et al., 2005), e involucra múltiples procesos cognitivos como son la atención, la memoria y la toma de decisiones (Rakitin et al., 1998). Para evaluar este fenómeno, el procedimiento más utilizado en investigación es el de *interval timing* (Fortin et al., 2009; Lake et al., 2016; Monfort et al., 2014; Petersen et al., 2017), que estudia cómo un intervalo de tiempo es percibido, representado y estimado en un rango de segundos a minutos (Buhusi et al., 2005). De acuerdo con la "Teoría de Propiedad Escalar" (Gibbon, 1977) hay tres elementos centrales que están involucrados a la hora de estimar tiempo: un marcapasos, que emite pulsos; un acumulador, que se encarga de contar esos pulsos; y un componente de memoria, que tiene como objetivo comparar el intervalo que se le presenta con otros intervalos estimados anteriormente (Staddon, 2005).

Muchos trabajos se han dedicado a estudiar las diversas variables que pueden modular la percepción temporal. En este sentido, se ha observado que la activación fisiológica generada por una emoción produce una aceleración de la emisión de pulsos emitidos por el reloj central (Droit-Volet et al., 2007; Tamm et al., 2014). La atención, otra de las funciones ejecutivas involucrada en la habilidad para estimar tiempo, determina la fracción de pulsos que registra el acumulador (Pouthas et al., 2004). A su vez, las escalas de tiempo de sincronización biológica, como la circadiana o los ciclos estacionales, también han sido propuestas como factores que modulan el desempeño en *interval timing* (Agostino et al., 2011; Golombek et al., 2014; Laje et al., 2018). De hecho, estudios recientes han demostrado el efecto del reloj circadiano en la estimación de

tiempos breves (Agostino et al., 2011; Buhusi, 2014). Tanto el oscilador circadiano como el componente homeostático del sueño (Borbely et al., 1999) parecerían ejercer influencia sobre el ritmo al cual el marcapasos emite los pulsos, evidenciado en producciones de intervalos más largos (Spati et al., 2015).

La precisión para estimar tiempo también puede verse influenciada por variables ambientales (Grondin, 2010). En este sentido, la Antártida representa un escenario experimental útil para observar las variaciones del desempeño en esta tarea cognitiva y su posible modulación por factores contextuales. Dos de las variables ambientales más estudiadas en las expediciones antárticas son, por un lado, las variaciones circadianas asociadas al fotoperiodo extremo y, por el otro, los cambios psicológicos derivados de las condiciones de aislamiento y confinamiento prolongados. Los cuatro meses de oscuridad constante (noche polar) convierten a la Antártida en un marco adecuado para determinar el impacto de diferentes *zeitgebers* o sincronizadores sobre los ritmos circadianos en humanos que, sumado a los diferentes cambios psicológicos, podrían modular el desempeño cognitivo. Se han evidenciado consecuencias negativas derivadas de este contexto como la fatiga, la hostilidad y el afecto negativo, que configuran lo que se conoce como síndrome de invernada (Barbarito et al., 2009; Palinkas et al., 2008). A pesar de que no sea ha reportado un nivel significativo de desórdenes asociados a la estacionalidad, usualmente se experimentan síntomas subclínicos. Según investigaciones previas, el impacto de este contexto sobre la cognición es variable, hay estudios que no encontraron cambios (W. Weymouth et al., 2013), otros que hallaron aumentos (Barkaszi et al., 2016) y otros, que observaron decaimientos de las performances cognitivas (Pattyn et al., 2017; Peri et al., 2000).

Por lo tanto, los ritmos circadianos y los procesos emocionales tienen un papel central en las funciones cognitivas involucradas en la estimación de tiempo. Estos factores se ven afectados por el fotoperiodo extremo y las condiciones de aislamiento y confinamiento características de la

Antártida. Sin embargo, aún no se registra evidencia de cómo se comporta la estimación temporal en un contexto como este. Por consiguiente, el objetivo de este estudio es evaluar *interval timing* en una tripulación antárctica a lo largo de una invernada. Nuestra hipótesis es que tanto la noche polar como el aislamiento afectan los procesos cognitivos requeridos para la estimación temporal durante una misión de invernada en la Antártida. En este sentido, esperamos encontrar performances menos precisas e intervalos más largos debido a la falta de exposición a la luz natural o a las variaciones emocionales asociadas con el aislamiento y el confinamiento prolongados.

5.2 Materiales y Métodos

Diseño y sujetos

La muestra estuvo constituida por una tripulación militar de trece hombres sanos (n=13) con un rango de edad de 34 ± 1 años y con características antropométricas similares, que participaron voluntariamente en la campaña antártica 2014. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Nacional de Quilmes (Argentina), y fue llevado a cabo de acuerdo a la Declaración de Helsinki. Los participantes fueron adecuadamente informados respecto del propósito y la naturaleza del estudio y fueron invitados a participar en el mismo. Todos los participantes firmaron y entregaron un consentimiento informado antes de que el estudio comenzara.

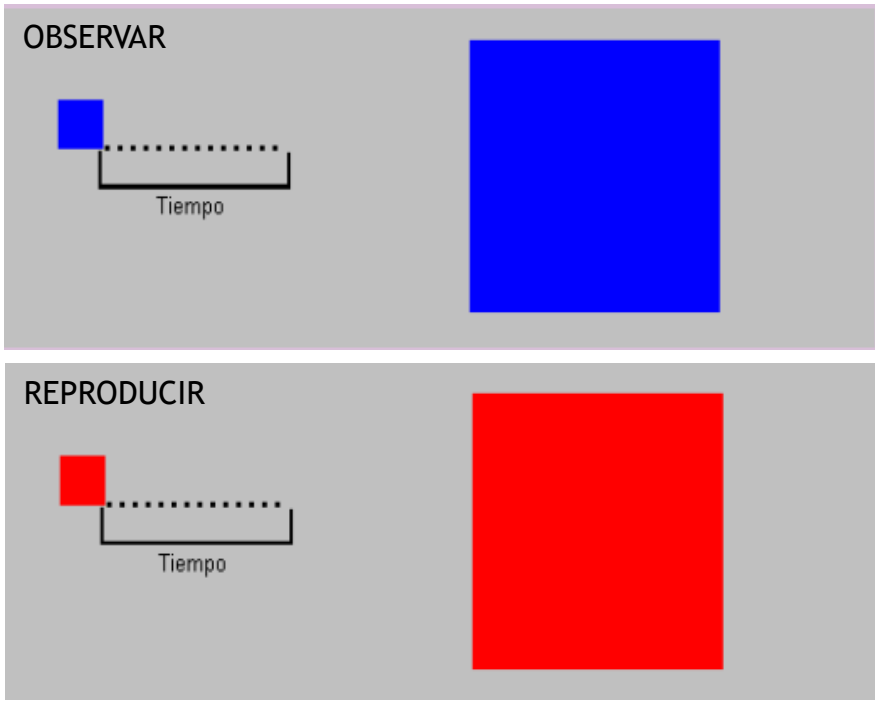
Mediciones

Interval timing

Este es un estudio observacional, analítico y longitudinal. La estimación temporal fue evaluada mes por medio (marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre) a lo largo de un año en la Base Antártica Argentina Belgrano II. Debido a la agenda de trabajo, los sujetos fueron distribuidos en grupos de tres o cuatro personas para ser evaluados a lo largo de una semana del mes. Las mediciones se llevaron a cabo durante la mañana (entre las 9 am y las 11 am) y durante la noche (entre las 8 pm y las 10 pm). Todos los participantes completaron la evaluación dentro de una hora. Fueron evaluados a través de una tarea de reproducción temporal utilizada en investigaciones previas (Agostino et al., 2017). Brevemente, los participantes realizaron una tarea visual en una computadora portátil. Primero, un cuadrado azul con la palabra "Observar" aparecía en la pantalla durante un período de tiempo determinando así el intervalo target (Figura 5.1). Luego de una pausa de 500 milisegundos, un cuadrado rojo con la palabra "Reproducir" se

presentaba en la pantalla. Los participantes debían presionar la barra espaciadora cuando creían que la duración del segundo cuadrado (rojo) coincidía con la duración del primero (azul).

Figura 5.1 Interval timing



1) Observar la duración del cuadro azul

2) Reproducir esa duración cuando aparezca el cuadro rojo. Para ello, presionar la barra espaciadora cuando la duración del cuadro rojo haya alcanzado la del cuadro azul observado previamente

Representación gráfica de la tarea de interval timing realizada por los participantes

Se evaluaron bloques de 24 ensayos con intervalos cortos (3s), intermedios (6s) y largos (12s). Los primeros cuatro intervalos target de cada bloque se utilizaron como ensayos de práctica y no fueron incluidos dentro del análisis. Los participantes fueron instruidos para no contar mentalmente ni mover rítmicamente sus pies. El correcto cumplimiento de la tarea fue monitoreado para asegurar la validez de los datos obtenidos. La totalidad de la evaluación tuvo una duración aproximada de diez minutos. Para el análisis de los datos se utilizaron tres variables derivadas de las performances en *interval timing*: 1) **"Promedio de Tiempo de respuesta"**. Es el promedio de tiempo estimado de cada sesión. Mide la duración promedio del tiempo estimado; 2)

"Coeficiente de variación". Es la relación entre el desvío estándar de los tiempos estimados y el "Promedio de Tiempo de respuesta". Mide la dispersión relativa de las estimaciones de tiempo. Hace referencia a la reproducibilidad de la medición, lo cual significa que un aumento en el coeficiente de variación evidencia una menor repetitividad de los datos en relación con el tiempo de respuesta promedio, independientemente del intervalo target; y 3) **"Porcentaje de aciertos".** Es el porcentaje de aciertos logrados por el participante. Se consideró una ejecución perfecta aquella que estimó un intervalo con un error dentro del 5% con respecto al intervalo target. Se refiere a la proximidad entre el intervalo producido y el intervalo target (3s, 6s y 12s). Un aumento en esta variable refleja un mejor desempeño. Utilizamos **"Sesión"** para referirnos a las sesiones realizadas durante la mañana y la noche y utilizamos **"Mes"** para referirnos a los meses en los que se realizaron las mediciones. Utilizamos **"sobrestimar"** para aquellas producciones de tiempo que fueron mayores al intervalo target y **"subestimar"** para las que fueron menores al intervalo target.

De acuerdo a lo descripto en el capítulo anterior, se llevó a cabo un screening psicológico que consistió en la administración del Inventario de Depresión de Beck (BDI-II) y del Inventario de Ansiedad de Beck (BAI). Ambos tests fueron evaluados durante cada uno de los meses de medición para descartar variaciones en la afectividad vinculadas a la depresión o la ansiedad. Los puntajes de estas evaluaciones arrojaron valores normales en el comienzo de la campaña y no mostraron variaciones significativas a lo largo del año.

Análisis estadístico

Las diferencias entre el Mes (marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre) y la Sesión (mediciones realizadas durante la mañana y la noche) fueron evaluadas con un ANOVA de dos vías de medidas repetidas aplicada a cada variable dependiente dentro de cada uno de los tres niveles

de intervalos, seguido de un análisis post-hoc de comparaciones múltiples corregido por el método de Bonferroni.

Finalmente, se empleó el método de Benjamini-Hochberg para corregir el aumento del error de tipo I derivado del uso de ANOVAs de dos vías separados en lugar de una ANOVA de tres vías que incluya a la duración del intervalo (3s, 6s o 12s) como covariable.

5.3 Resultados

A continuación se describirán los resultados de las variables teniendo en cuenta cada uno de los intervalos evaluados.

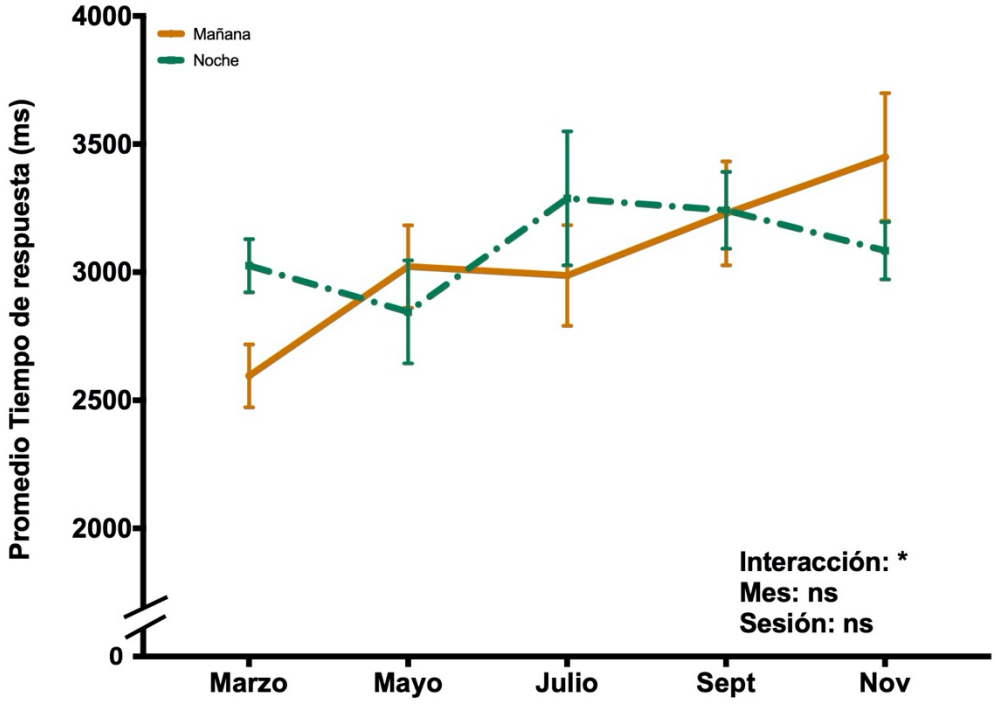
Para los intervalos de **3 segundos** a la mañana y a la noche a lo largo del año se evaluaron el **Promedio de Tiempo de respuesta**, el **Coeficiente de variación** y el **Porcentaje de aciertos**. En el caso del **Promedio de Tiempo de respuesta**, la interacción entre el Mes y la Sesión fue significativa a lo largo de la campaña, evidenciando patrones diversos entre las producciones de tiempo de la mañana y las de la noche (Figura 5.2, Tabla 5.1). Cuando se analizó el efecto del Mes dentro de cada Sesión, se observó que durante la mañana los intervalos de 3s fueron estimados de manera diversa al principio que al final del año. Al comienzo de la expedición los intervalos fueron subestimados, mientras que al final de la expedición fueron sobreestimados (Marzo < Sept y Marzo < Nov). En contraposición, durante la noche, se observó una tendencia a sobreestimar el intervalo target en el invierno (análisis post hoc ns). Las diferencias entre las sesiones de la mañana y las de la noche no fueron significativas a lo largo del año (Figura 5.2, Tabla 5.1).

Tabla 5.1 ANOVA de dos vías de medidas repetidas del Mes y la Sesión para el Promedio de Tiempo de respuesta, el Coeficiente de variación y el Porcentaje de aciertos para cada uno de los intervalos

		3s		6s		12s	
		F (dfn, dfd)	p	F (dfn, dfd)	p	F (dfn, dfd)	p
Promedio de Tiempo de respuesta	Mes	2.868 (4, 48)	0,095	4.173 (4, 48)	0,017	0.576 (4, 44)	0,968
	Sesión	0.321 (1, 12)	0,927	0.062 (1, 12)	0,993	2.177 (1, 11)	0,424
	Interacción	4.106 (4, 48)	0,018	4.139 (4, 48)	0,017	0.612 (4, 44)	0,959
Coeficiente de variación	Mes	1.699 (4, 48)	0,419	1.407 (4 ,48)	0,572	1.541 (4, 48)	0,498
	Sesión	2.100 (1, 12)	0,434	9.501 (1, 12)	0,028	1.264 (1, 12)	0,631
	Interacción	0.330 (4, 48)	0,997	4.326 (4, 48)	0,014	1.255 (4, 48)	0,658
Porcentaje de aciertos	Mes	1.636 (4, 44)	0,453	1.020 (4, 44)	0,792	1.456 (4, 48)	0,544
	Sesión	15.08 (1, 11)	0,008	5.898 (1, 11)	0,097	0.722 (1, 12)	0,797
	Interacción	1.136 (4, 44)	0,728	1.165 (4, 44)	0,712	1.603 (4, 48)	0,466

Nota: 3s (intervalos de 3 segundos), 6s (intervalos de 6 segundos), 12s (intervalos de 12 segundos), F (estadístico F), dfn (grados de libertad entre columnas), dfd (grados de libertad entre columnas)

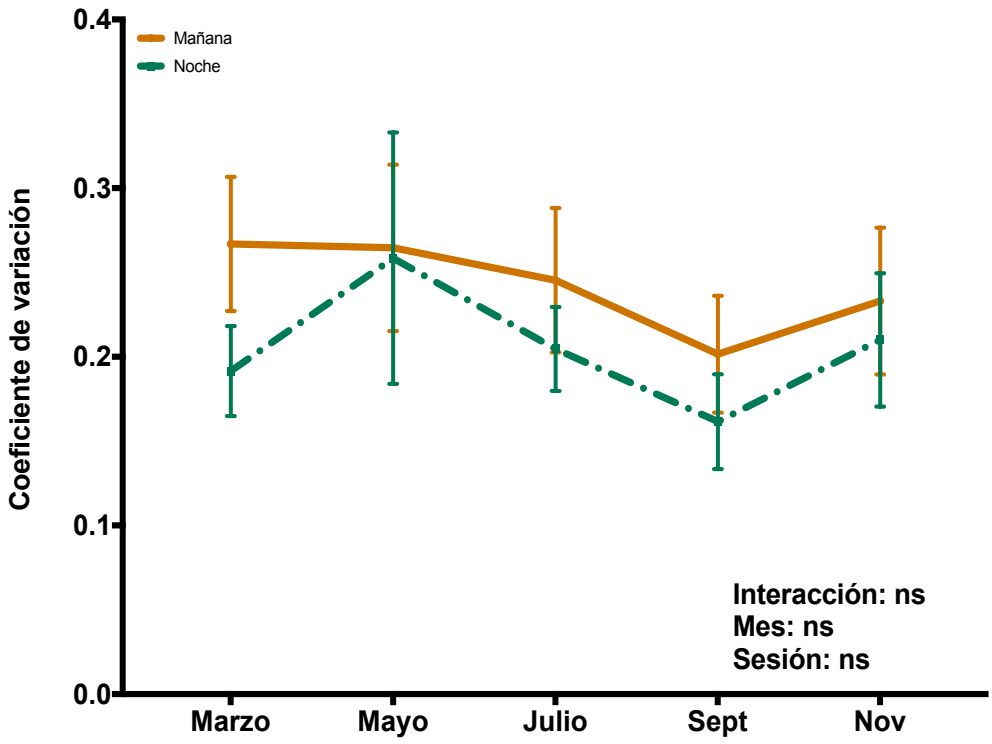
Figura 5.2 Promedio de Tiempo de respuesta para intervalos de 3 segundos



ANOVA de dos vías de medidas repetidas para el Promedio de Tiempo de respuesta para intervalos de 3 segundos durante la mañana y la noche (Interacción $p< 0.018$, Mes p=ns, Sesión p= ns). Análisis post-hoc mediante Bonferroni para la sesión mañana: Marzo < Septiembre ($p< 0.003$), Marzo < Noviembre ($p< 0.0001$).

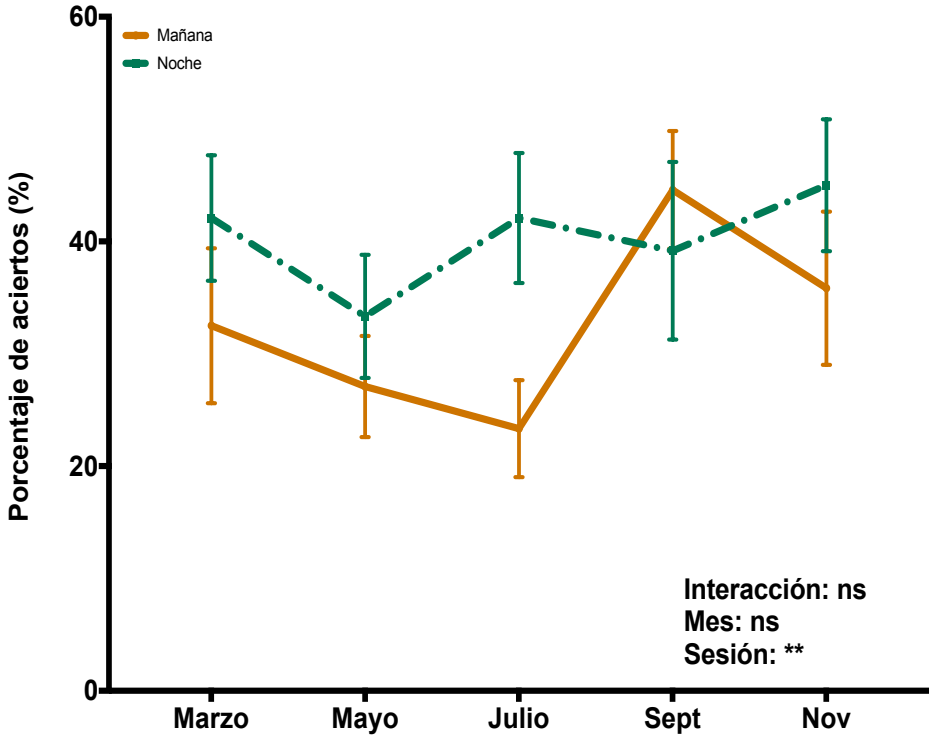
El **Coeficiente de variación** no mostró cambios significativos en ninguno de los factores analizados (Figura 5.3, Tabla 5.1). El **Porcentaje de aciertos** durante la noche fue significativamente mayor que durante el día y no se encontraron variaciones significativas a lo largo del año (Figura 5.4, Tabla 5.1). La interacción entre el Mes y Sesión fue no significativa (Figura 5.5, Tabla 5.1).

Figura 5.3 Coeficiente de variación para intervalos de 3 segundos



ANOVA de vías de medidas repetidas para el Coeficiente de variación en intervalos de 3 segundos durante la mañana y la noche (Interacción p=ns, Mes p=ns, Sesión p=ns).

Figura 5.4 Porcentaje de aciertos para intervalos de 3 segundos

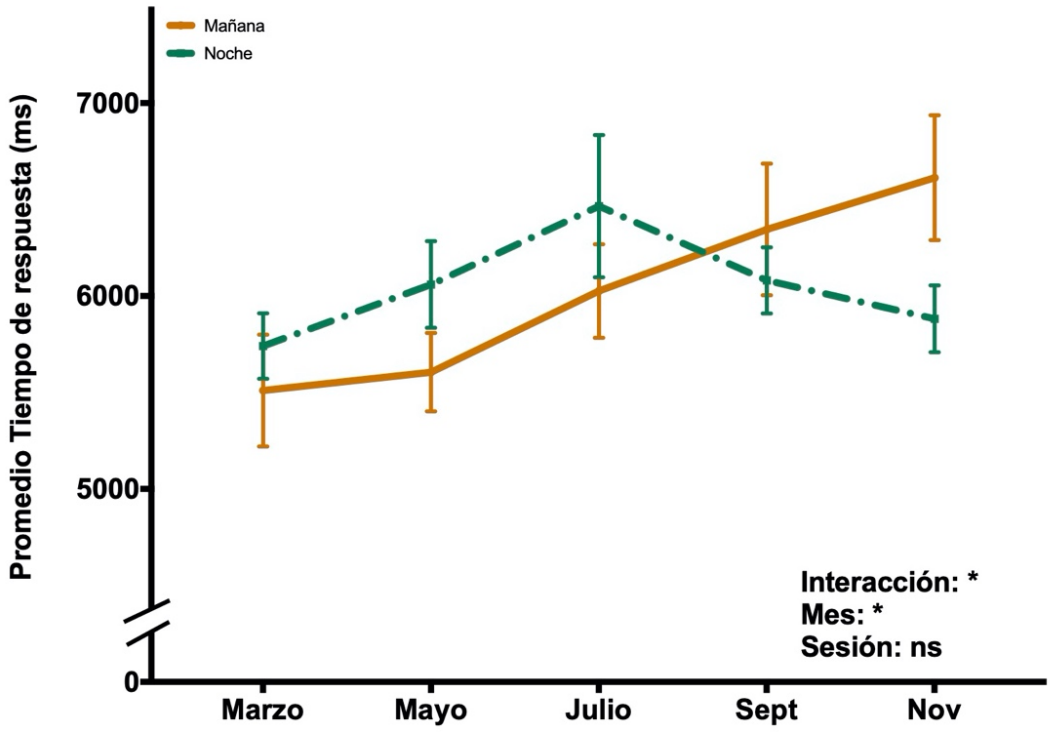


ANOVA de dos vías de medidas repetida para el porcentaje de aciertos en intervalos de 3 segundos durante la mañana y la noche (Interacción p=ns, Mes p=ns, Sesión p< 0.002). Análisis post-hoc mediante Bonferroni p=ns.

En relación a los resultados del intervalo de **6 segundos** evaluado a la mañana y a la noche a lo largo del año, se vio una interacción significativa entre el Mes y la Sesión para el **Promedio de Tiempo de respuesta** a lo largo de la campaña, evidenciado en patrones diversos entre las producciones de tiempo de la mañana y las de la noche (Figura 5.5, Tabla 5.1). El tiempo estimado durante la mañana fue aumentando a lo largo del año con diferencias significativas entre los meses (Marzo < Sept ; Marzo < Nov y Mayo < Nov). A pesar de que las mediciones evaluadas durante la noche no mostraron variaciones significativas, se evidencia una tendencia de aumento de los valores durante el invierno. En concreto, estas diferencias halladas a lo largo del año muestran un patrón similar a las obtenidas con el intervalo corto: mientras que en marzo, durante

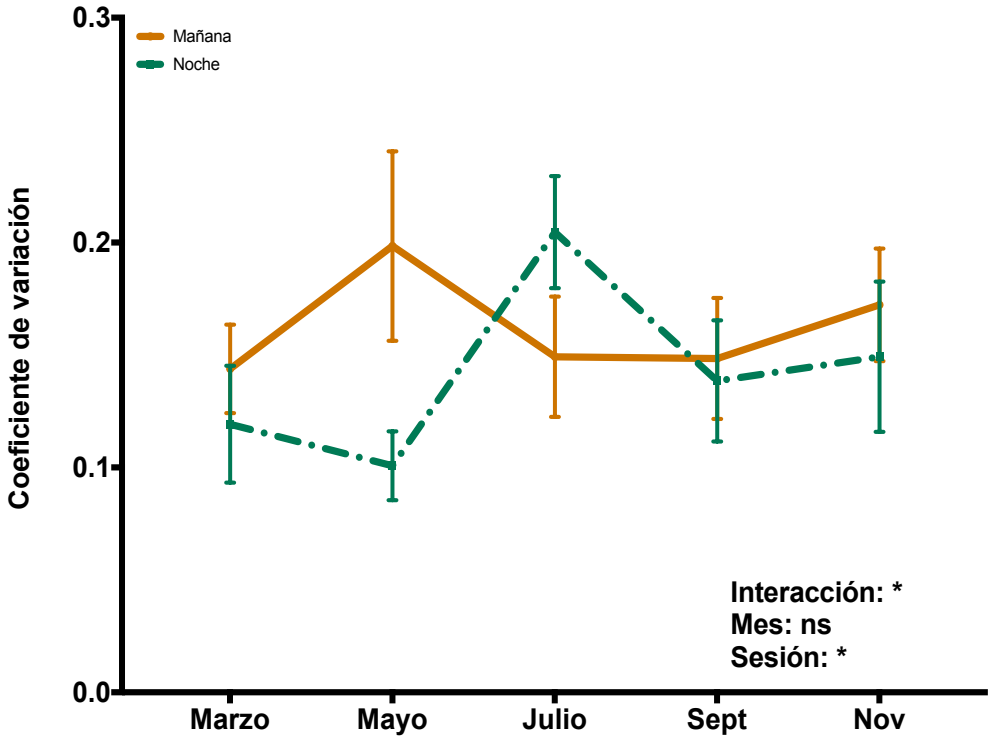
la mañana, los participantes tienden a subestimar el intervalo target, en noviembre lo sobrestiman. En contraposición, durante la noche la sobreestimación del intervalo target se produce durante el invierno. El **Coeficiente de variación** para los intervalos de 6s mostró una interacción significativa entre el Mes y la Sesión (Figura 5.6, Tabla 5.1). El análisis del efecto de la Sesión mostró diferencias significativas para mayo. El Mes mostró diferencias significativas únicamente a la noche (Marzo < Julio y Mayo < Julio). El **Porcentaje de aciertos** no evidenció diferencias significativas para ninguno de los factores analizados (Figura 5.7, Tabla 5.1).

Figura 5.5 Promedio de Tiempo de respuesta para intervalos de 6 segundos



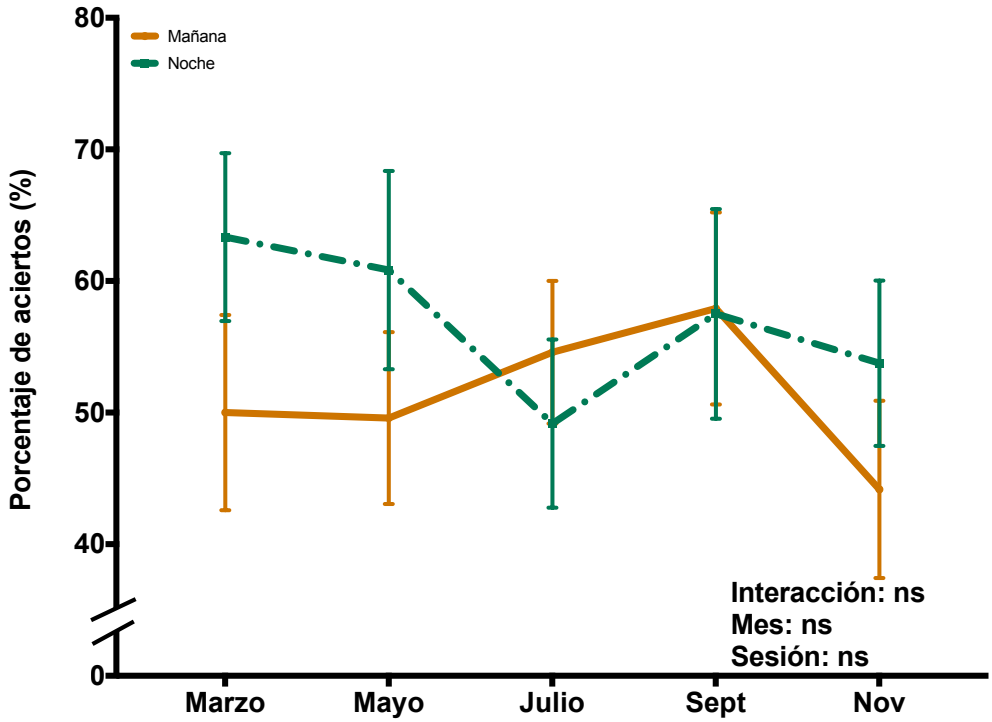
ANOVA de dos vías de medidas repetidas para el Promedio de Tiempo de respuesta en intervalos de 6 segundos durante la mañana y la noche (interacción p< 0. 017, Mes p< 0.017, Sesión p=ns). Análisis post-hoc mediante Bonferroni para la sesión mañana: Marzo < Septiembre (p< 0.02), Marzo < Noviembre (p< 0.0007), Mayo < Noviembre (p< 0.002).

Figura 5.6 Coeficiente de variación para intervalos de 6 segundos



ANOVA de dos vías de medidas repetidas para el Coeficiente de variación en intervalos de 6 segundos durante la mañana y la noche (Interacción $p< 0.014$, Mes p=ns, Sesión $p< 0.028$). Análisis post-hoc mediante Bonferroni para la sesión noche: Marzo < Julio ($p< 0.02$), Mayo < Julio ($p< 0.002$); y para el para el mes Mayo ($p< 0.002$).

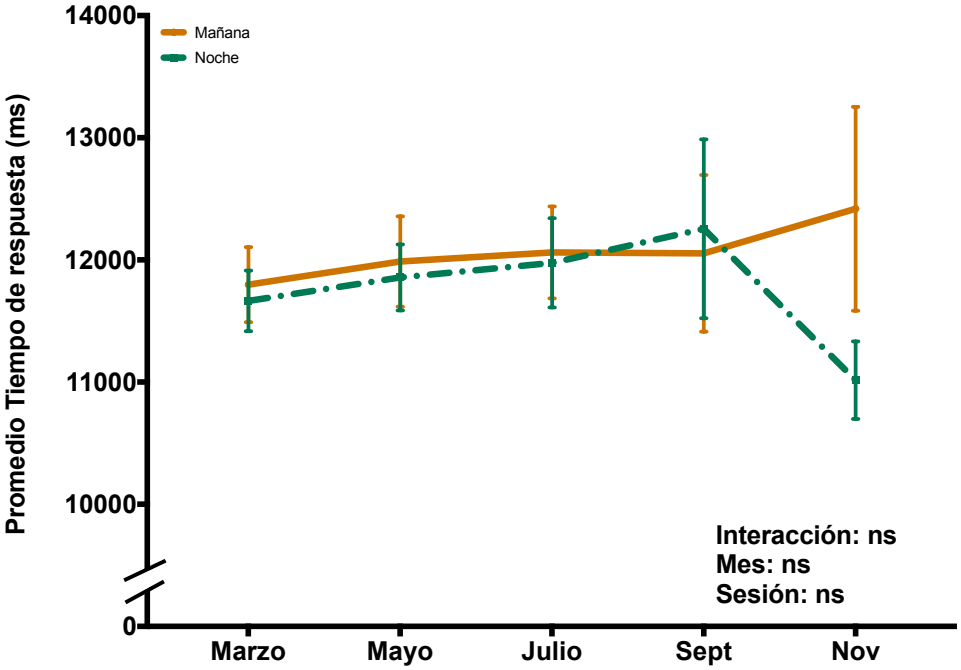
Figura 5.7 Porcentaje de aciertos para intervalos de 6 segundos



ANOVA de dos vías de medidas repetidas para el Porcentaje de aciertos en intervalos de 6 segundos durante la mañana y la noche (Interacción p=ns Mes p=ns, Sesión p=ns).

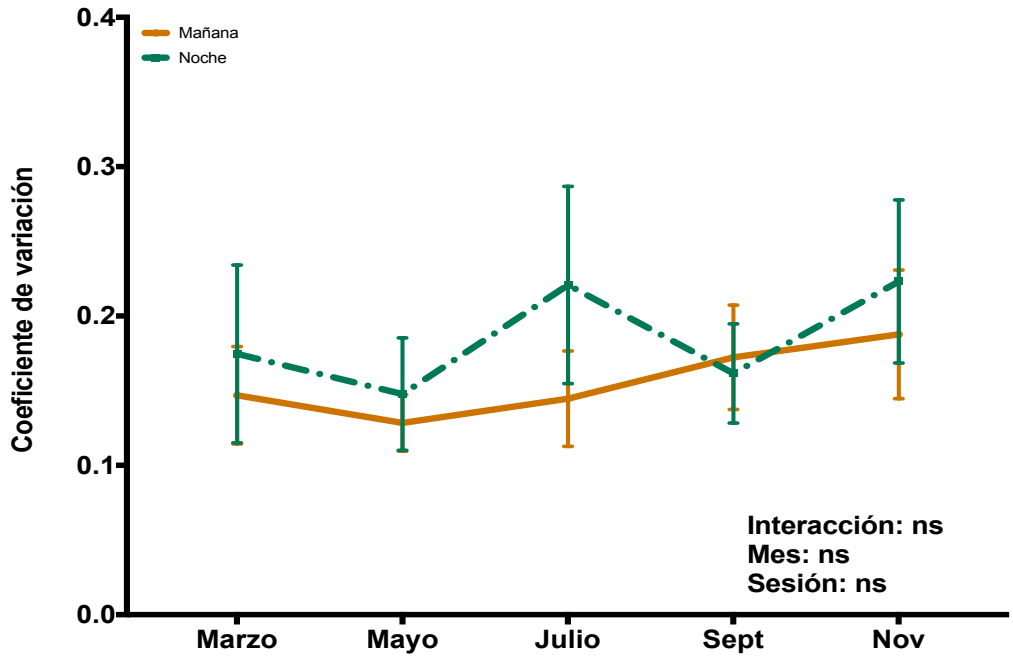
Finalmente, para los intervalos de **12 segundos**, el **Promedio de Tiempo de respuesta**, el **Coeficiente de variación**, y el **Porcentaje de aciertos** no mostraron diferencias significativas en ningunos de los factores analizados (Figura 5.8, 5.9 y 5.10, Tabla 5.1).

Figura 5.8 Promedio de Tiempo de respuesta para intervalos de 12



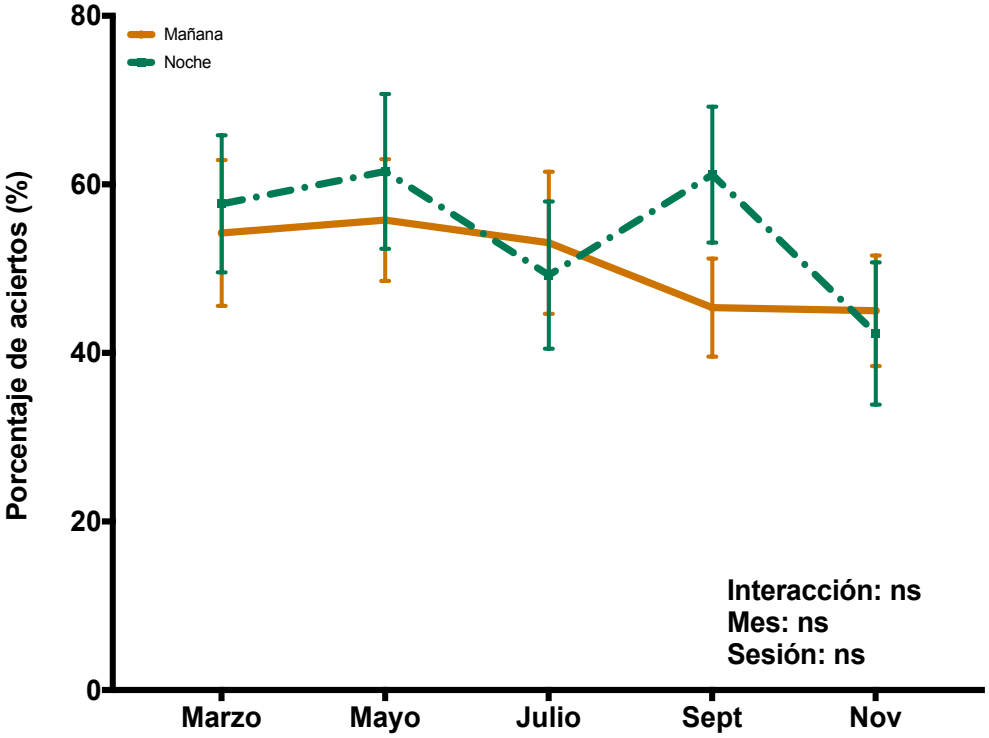
ANOVA de dos vías de medidas repetidas para el Promedio de Tiempo de respuesta en intervalos de 12 segundos durante la mañana y la noche (Interacción p=ns Mes p=ns, Sesión p=ns).

Figura 5.9 Coeficiente de variación para intervalos de 12 segundos



ANOVA de dos vías de medidas repetidas para el Coeficiente de variación en intervalos de 12 segundos durante la mañana y la noche (Interacción p=ns Mes p=ns, Sesión p=ns).

Figura 5.10 Porcentaje de aciertos para intervalos de 12 segundos



ANOVA de dos vías de medidas repetidas para el Porcentaje de aciertos en intervalos de 12 segundos durante la mañana y la noche (Interacción p=ns Mes p=ns, Sesión p=ns).

5.4 Discusión

Este estudio representa la primera evidencia de una tarea de interval timing realizada en la Antártida. El resultado principal que se deriva de esta investigación es el progresivo incremento del Promedio de Tiempo de respuesta para intervalos cortos (3s) e intermedios (6s) estimados durante la mañana, en contraposición con el Promedio de Tiempo de respuesta para intervalos intermedios (6s) estimados durante la noche, que aumentó sólo durante el invierno. Estos resultados avalan nuestra hipótesis de que tanto el aislamiento como la estacionalidad parecieran ser factores que afectan la habilidad cognitiva para estimar tiempo. Ambos factores aparentan influenciar diferencialmente a las producciones de tiempo de la mañana y de la noche. Nuestra hipótesis respecto del aumento del tiempo estimado fue aprobada, mientras que no se halló evidencia que avale nuestras asunciones en relación al efecto sobre la exactitud.

El vínculo entre el desempeño cognitivo y las condiciones de los ambientes extremos ya ha sido descripto anteriormente (Lieberman et al., 2005; Maruff et al., 2006). En particular, evaluar estimación temporal durante una invernada en la Antártida involucra la interacción de una amplia gama de variables que pueden modular este fenómeno, como por ejemplo, el clima extremo (Bhatia et al., 2013), las condiciones de aislamiento y confinamiento (Palinkas, 2003), la exposición a radiación (Zanini et al., 2017), y la salud mental (Palinkas et al., 2004). Estudios previos parecen demostrar que la percepción subjetiva del tiempo no se vería afectada por la simple repetición de la tarea a lo largo del año, ya que la estimación del tiempo, evaluada en una tarea de intervalos de 30 segundos realizada en una región no polar durante un año, ha mostrado que no hay cambios significativos con el paso del tiempo (Tysk, 1984). Por otro lado, a pesar de que no se han llevado a cabo estudios longitudinales en los que se evalúen intervalos más cortos, consideramos que un posible efecto de la práctica debería ser descartado, debido a que las performances (reflejadas en

el porcentaje de aciertos) no evidenciaron una mejora a lo largo de la campaña. Considerando el frío extremo que caracteriza a este contexto, se podría hipotetizar que la temperatura podría haber influenciado las performances de los participantes. En efecto, se ha visto que el aumento de la temperatura corporal resultó en producciones de tiempo más cortas (van Maanen et al., 2019). Sin embargo, en este estudio las tareas fueron evaluadas en un espacio cerrado con temperatura constante controlada mediante calefacción central.

En relación a la modulación estacional que se esperaba, los aumentos en el Promedio de Tiempo de respuesta en el intervalo corto (3) e intermedio (6s) durante la noche hacia el mes de julio (invierno) y luego su reducción hacia el final del año pueden ser interpretados como el efecto de variables cronobiológicas. Tal como se describió previamente, el mes de julio se caracteriza por ausencia total de luz solar, por lo que nuestros resultados muestran un patrón similar al de la falta de exposición a la luz natural. La duración de los intervalos parece haber sido modulada por el fotoperíodo, evidenciado en intervalos más cortos al comienzo de la expedición, un aumento de su longitud durante la noche polar y una declinación hacia el final del período de aislamiento. Este resultado está en consonancia con los cambios en el Coeficiente de variación en el intervalo intermedio (6s) durante la noche. Los cambios en el fotoperíodo durante las campañas antárticas resultan en desincronizaciones circadianas que se han observado previamente en disrupciones en el sueño (Arendt, 2012) y en un retraso de fase en el horario de su inicio (Folgueira et al., 2019). Es sabido que la estimación temporal es modulada por el reloj circadiano (Agostino et al., 2011; Buhusi, 2014), que, a su vez, se sincroniza a través de la luz (LeGates et al., 2014; Plano et al., 2017). Asimismo, se ha demostrado que la exposición a la luz acelera el marcapasos interno (Morita et al., 2010). En este sentido, la ausencia de luz natural durante el invierno, característico de la Antártida (J. Arendt et al., 2018), puede haber afectado los ritmos circadianos resultando en un enlentecimiento de los pulsos y, en consecuencia, en intervalos más largos durante la noche,

tal como hemos hipotetizado. Estudios previos han descripto que el ciclo luz-oscuridad parece no ser esencial en las variaciones diurnas de la percepción temporal (Poppel et al., 1970). El Porcentaje de aciertos en las performances realizadas durante la noche fue mayor comparado con los de la mañana, como ya ha sido evidenciado anteriormente (Myers et al., 2003), pero sin la variación estacional esperada.

Por otro lado, el aumento en el Promedio de Tiempo de respuesta en los intervalos cortos e intermedios durante la mañana a lo largo de un año de confinamiento podría ser explicado por cambios en el estado de ánimo de los sujetos debido a las condiciones de aislamiento. En este caso, la modulación estacional debería ser descartada ya que los resultados no correlacionan con los cambios estacionales en las condiciones de luz. Tal como hemos hipotetizado, el contexto de aislamiento que generalmente promueve la pérdida de la motivación, el aburrimiento, problemas en las relaciones interpersonales, y variaciones interpersonales, debieron haber impactado en las producciones subjetivas de tiempo mediante una disminución en la emisión de pulsos del reloj, produciendo intervalos más largos. A pesar de que nuestro screening confirmó que los participantes no tuvieron síntomas de ansiedad o depresión significativos, estos sujetos tuvieron que atravesar un período prolongado en aislamiento con actividades limitadas, configurando un escenario ideal para la inestabilidad emocional (Palinkas et al., 2008). Sumado a ello, los cambios psicológicos que surgen en una expedición antártica ya han sido descriptos en el capítulo anterior y en trabajos previos (Chen et al., 2017; Palinkas et al., 2004; Tortello et al., 2020) evidenciando que tanto los ambientes extremos como las fluctuaciones en el estado de ánimo pueden impactar negativamente en la performance (Anton-Solanas et al., 2016; Paulus et al., 2009). Asimismo, el aburrimiento ha correlacionado con un deterioro en el desempeño en contextos remotos (Palinkas et al., 2000). En este sentido, se sabe que la motivación cumple un rol central en las experiencias antárticas y en su posible efecto perjudicial para la tripulación (Nielsen et al., 2018). El aislamiento

y el confinamiento también ejercen influencia sobre el apoyo social, generando mayor número de síntomas psicológicos (Palinkas et al., 2004). Se ha reportado una reducción en la velocidad de flujo del tiempo en pacientes deprimidos (Thones et al., 2015), así como un aumento del afecto negativo seguido de una disminución a lo largo del día (Peeters et al., 2006), lo que podría explicar que las variaciones fueran sólo encontradas durante la mañana. Nuestros resultados son consistentes con aquellos que muestran un aumento de la fatiga durante el segundo semestre del año en condiciones similares (Palinkas et al., 2000). Considerando el mecanismo que subyace al desajuste en el ritmo del reloj, una disminución en la actividad dopaminérgica ha sido asociada con la sobrestimación de los intervalos (Cheng et al., 2007; Wiener et al., 2014). Hemos propuesto que las condiciones de aislamiento jugarían un papel importante sobre las producciones de intervalos de tiempo ya que se ha demostrado que las experiencias emocionales pueden alterar la percepción temporal (Lake et al., 2016). Específicamente, se ha reportado una subestimación de la duración temporal durante experiencias emocionales (Lake et al., 2016), que resulta en un efecto en la longitud de los intervalos de tiempo (Droit-Volet et al., 2007). Asimismo, los patrones emocionales más estables también influencian las producciones de tiempo, evidenciando un efecto del estado de ánimo, la fatiga y la irritabilidad sobre la percepción de tiempo (Kuriyama et al., 2005). Resulta interesante que los intervalos de 12 segundos no sufrieran cambios ni por el momento de la sesión ni a lo largo del año, evidenciando diversos ritmos del marcapasos en intervalos de diferente longitud (Spati et al., 2015).

En resumen, nuestros resultados sugieren que la estimación temporal puede verse influenciada por variaciones estacionales asociadas a la falta de exposición a la luz natural, así como por variables psicológicas vinculadas a las condiciones extremas de aislamiento y confinamiento de la Antártida. El nivel de alerta ha sido evaluado durante la misma campaña y no ha mostrado variaciones significativas (Folgueira et al., 2019), evidenciando que la tarea de

producción de intervalos de tiempo puede ser una herramienta más sensible para evaluar el impacto de los ambientes extremos en los procesos cognitivos. Futuros estudios sobre percepción temporal deberían incluir alguna otra medición cognitiva como las evaluadas en baterías multimodales, como por ejemplo, la batería neuropsicológica "Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease" (CERAD), que mide funciones del lenguaje, aprendizaje verbal, funciones visuoespaciales, recuerdo diferido, consolidación de la memoria, memoria de reconocimiento, y funciones ejecutivas (Morris et al., 1989). Aún es necesario dilucidar cómo las medidas cognitivas y circadianas actúan como cofactores en los resultados observados. A pesar de que estos resultados deberían ser evaluados en muestras más grandes y comparadas contra un grupo control, nos ofrecen cierta evidencia para descubrir la naturaleza de estos procesos y resaltar la posibilidad de utilizar la tarea de estimación temporal como una herramienta de screening para la detección temprana de cambios en el estado de ánimo, fatiga y decaimiento del rendimiento (Conev et al., 2019).

6. DISCUSIÓN GENERAL

6.1 Integración de resultados

A lo largo de esta tesis se ha resaltado la importancia de la luz y las claves sociales en la sincronización de nuestro reloj biológico. Identificamos a la Base Antártica Argentina Belgrano II como un modelo en el que estas dos variables, centrales en el estudio de los ritmos circadianos, pueden ser estudiadas. Por un lado, resaltamos que el fotoperiodo extremo, caracterizado por cuatro meses de luz y cuatro meses de oscuridad constantes, convierten a esta región en un escenario experimental adecuado para estudiar de forma ecológica la modulación de un fotoperíodo natural sobre nuestros ritmos. Por otro lado, destacamos que el aislamiento y el confinamiento prolongados, a los que deben estar expuestos los individuos que viajan a este sitio, afectan ciertos parámetros circadianos, lo que a su vez puede actuar en detrimento de diferentes funciones del organismo.

Se estudiaron los efectos del fotoperíodo extremo y la duración del aislamiento sobre los ritmos circadianos, la afectividad y la cognición. Particularmente, se analizó el impacto de un año de aislamiento antárctico sobre el sueño, el cronotipo y el ritmo circadiano de actividad (parámetros circadianos); el estado de ánimo, las estrategias de afrontamiento y las dinámicas grupales (parámetros afectivos); y la estimación temporal (desempeño cognitivo).

Los resultados vinculados al cronotipo y al ritmo circadiano de actividad confirmaron nuestra hipótesis respecto del rol que cumple la luz en la sincronización de la fase del sueño. Se observó una disminución de la duración de sueño, junto con un retraso del cronotipo y un aumento del jet lag social durante la noche polar. Además se confirmaron nuestros supuestos respecto de las diferencias comportamentales entre los cronotipos matutinos y vespertinos. Los patrones de actividad también evidenciaron el impacto estacional, que pudo observarse en un

deterioro de la robustez del ritmo (disminución de la amplitud), una disminución del mesor y un retraso en la acrofase durante los meses de oscuridad. Sin embargo, el horario de inicio y fin de actividad mostraron el impacto de la duración del aislamiento evidenciando un progresivo retraso y adelanto, respectivamente, a lo largo de la campaña.

Los parámetros psicológicos y sociales estudiados han revelado ser centrales en la adaptación durante las expediciones antárticas. En relación a la afectividad, se encontraron patrones psicológicos estables a lo largo de la campaña que demostraron una buena adaptación con escasos síntomas de depresión y ansiedad. Sin embargo, las condiciones extremas del contexto impactaron negativamente sobre las dinámicas sociales y los mecanismos de defensa, que mostraron una disminución significativa en la percepción de el Apoyo de los Colegas, el Apoyo Jerárquico y las Defensas Maduras a lo largo de la expedición. A su vez, cabe destacar el rol que cumplieron los vínculos sociales en el manejo del estrés, reflejando la importancia de las relaciones interpersonales en la adaptación psicológica a ambientes extremos. Contrariamente a lo esperado, la ausencia de luz natural pareció no ejercer influencia sobre estas variables psicológicas. Estos resultados resaltan el impacto de la duración del aislamiento sobre las dinámicas grupales y sobre los mecanismos de defensa y destacan la necesidad de aplicar estrategias para mejorar las relaciones interpersonales con el fin de lograr una mejor adaptación a las demandas antárticas.

La estimación temporal involucra la puesta en marcha de diversas funciones cognitivas que han mostrado estar influenciadas diferencialmente durante la mañana con respecto a la noche. Su evaluación en diferentes momentos del día permitió describir cómo se comportan estas funciones frente a las variaciones de la luz natural y frente a la duración del aislamiento. Durante la mañana se observó un incremento de los intervalos estimados a lo largo de la campaña, mostrando que la cantidad de días de aislamiento impacta en el modo en que se despliegan las habilidades

cognitivas para estimar tiempo. Por la noche, en cambio, el incremento de los intervalos se produjo durante el invierno polar, acentuando la modulación estacional. Por lo tanto, la estimación temporal puede verse influenciada tanto por variaciones estacionales asociadas a la falta de exposición a la luz natural durante la noche, como por variables ligadas a la duración del aislamiento y confinamiento de la Antártida durante el día. En este sentido, se propuso la posibilidad de utilizar la tarea de estimación temporal como una herramienta de screening para la detección temprana de cambios en el desempeño cognitivo.

Al analizar el conjunto de todos los resultados obtenidos a lo largo de este trabajo, se pudieron identificar dos categorías o grupos de hallazgos diferenciables.

El primer grupo se relaciona con aquellos resultados que mostraron la incidencia del fotoperíodo sobre su variación, es decir, mostraron fluctuaciones ascendentes o descendentes durante los meses de oscuridad. Este es el caso del sueño, que disminuyó su duración; el cronotipo, que evidenció un retraso significativo moviéndose a horarios más tardíos; y el jet lag social, que mostró un aumento durante el invierno polar. Estos resultados van en línea con estudios realizados en países que se encuentran en latitudes altas (Borisenkov, 2011; Borisenkov et al., 2010) y en la Antártida (J. Arendt et al., 2018). También forman parte de este grupo la mayoría de los parámetros de actividad como el centro de gravedad, la acrofase, el mesor y la amplitud, que van en línea con una mayor fragmentación en los ritmos durante el invierno, hallada en estudios previos (Kawasaki et al., 2018). Asimismo, el tiempo de respuesta en intervalos cortos e intermedios en la prueba cognitiva de estimación temporal evaluada durante la noche mostró este mismo patrón, sentando las bases para su posible implementación como medida de la performance cognitiva, que hasta ahora no ha mostrado resultados concluyentes con otro tipo de pruebas en este entorno (Folgueira et al., 2019; Wells Weymouth et al., 2013). Este grupo de resultados refleja el efecto de la ausencia de la luz natural sobre los ritmos circadianos y el

desempeño cognitivo. La falta de uno de los principales zeitgebers pudo haber provocado un desajuste en el reloj central, particularmente en su fase, generando como consecuencia, la variación de los parámetros evaluados. Sumado a ello, y teniendo en cuenta la interacción entre las variables afectivas y circadianas descriptas a lo largo de este trabajo pensamos que, si bien las variables psicológicas medidas no evidenciaron cambios significativos relacionados con el fotoperíodo, es posible que hayan manifestado variaciones más sutiles. Por lo tanto, hipotetizamos que la ausencia de luz solar, desencadenó un desequilibrio en la sincronización de los ritmos biológicos, particularmente en su fase de "entrainment", provocando cambios en diferentes parámetros circadianos tales como dormir menos, atrasar los horarios de descanso y volver menos diferenciable la fase activa de la inactiva, todos fenómenos asociados con el trastorno afectivo estacional (Magnusson et al., 2009). Estos desarreglos, traerían como consecuencia variaciones afectivas leves que, a su vez, retroalimentarían el desajuste circadiano, evidenciado en el sueño, la actividad y la cognición.

El segundo grupo se relaciona con aquellas variables de interés en las que encontramos cambios progresivos ascendentes o descendentes a lo largo de la campaña. Dentro de esta categoría están el inicio y fin de actividad diaria, las dinámicas grupales y los mecanismos de defensa y las producciones de tiempos cortos e intermedios evaluadas durante la mañana. Como ya hemos mencionado, el impacto del confinamiento puede traer aparejados cambios en el estado de ánimo que tengan que ver con la monotonía, la falta de motivación, la falta de privacidad, el vínculo con un grupo reducido de personas y el contacto a la distancia con familiares, que pueden actuar negativamente sobre las variables mencionadas (Tortello et al., 2020). Sin embargo, nos parece pertinente introducir una nueva discusión respecto del efecto que tiene el reloj social en diferentes contextos. Es sabido que las rutinas sociales con horarios para levantarse, acostarse, comer y las reuniones sociales son una clara señal para que nuestro reloj biológico se sincronice

(Roenneberg et al., 2019) y que esto además contribuye a la salud mental (Grandin et al., 2006). En efecto, se ha propuesto que los episodios de depresión pueden aparecer como consecuencia de los eventos de la vida que alteran las claves externas que sirven para sincronizar los ritmos biológicos que, a su vez, producen variaciones en los ritmos sociales y circadianos (Ehlers, 1988). En este sentido, ha crecido la evidencia que sostiene la hipótesis social del zeitgeber, que propone que los eventos de la vida incrementan la probabilidad de variaciones en el estado de ánimo a partir de un sistema circadiano vulnerado por una disminución del zeitgeber social (Murray et al., 2020). A pesar de que los participantes de este estudio han mantenido rutinas uniformes a lo largo del año, cabe preguntarse si las mismas funcionan como zeitgeber social de igual manera y con la misma eficacia en la Antártida, con sus características particulares de aislamiento y confinamiento, que en otros contextos no extremos. En este sentido, podríamos suponer que el resultado de estar expuesto a una rutina con un trabajo fuera de la casa, que incluso muchas veces requiere de viajes extensos, la interacción con diversas personas por fuera del ámbito familiar y la multiplicidad de espacios que transitamos, sería diferente a estar expuesto a una rutina que, a pesar de tener actividades definidas, proponga condiciones mucho más limitadas. Por ello, planteamos la necesidad de explorar si acaso la poca diferenciación entre trabajo y esparcimiento, el número reducido de personas con las que interactuar y los espacios limitados en los que se dan esas interacciones, no debilitan las señales sincronizadoras volviéndolas menos claras para nuestro sistema circadiano.

6.2 Implicancias del estudio

Las implicancias de este estudio se extienden a numerosos ámbitos relacionados con la salud, el trabajo y la exploración espacial.

Conocer cómo funcionan los ritmos circadianos en humanos en diferentes contextos y frente a diversas condiciones ambientales representa una oportunidad para aproximarnos a las problemáticas de salud derivadas de los desajustes circadianos. La falta de sincronización se asocia y contribuye al desencadenamiento de numerosas enfermedades y trastornos que afectan prácticamente todos los sistemas de nuestro cuerpo, incluyendo aspectos neurológicos, inmunológicos, funciones cardíacas y metabólicas (Summa et al., 2014). Algunos de los resultados hallados en este estudio se asocian con diferentes alteraciones en la salud, como por ejemplo: el aumento del jet lag social con la obesidad (T. Roenneberg et al., 2012), los cronotipos tardíos y el aumento de la deuda de sueño con enfermedades intestinales (Chakradeo et al., 2018) y depresión (Levandovski et al., 2011), y la disminución de la amplitud de los ritmos con el trastorno depresivo mayor (Germain et al., 2008). En este sentido, la Antártida como modelo de desincronización nos permitió aproximarnos a las consecuencias circadianas derivadas de las variaciones en los zeitgebers y puntualizar diversos efectos a corto plazo para nuestro organismo. Este estudio logró arrojar luz sobre algunos de los parámetros de detección temprana de las variaciones circadianas que pueden contribuir para la planificación de medidas preventivas de futuros y más graves y complejos desórdenes de salud.

El alcance de este estudio también abarca al mundo del trabajo, ya que no sólo describe diversas variables dentro de un ámbito laboral, sino que también explora algunas de las condiciones ambientales presentes dentro de diversos puestos de trabajo. Este es el caso de los conductores de subterráneos, los trabajadores en minas y los tripulantes de submarinos, que se

enfrentan a los horarios rotativos de los turnos de trabajo junto con largos períodos de oscuridad constante (Omidi et al., 2017). La ausencia de luz natural durante la jornada laboral ya ha sido estudiada y ha demostrado impactar sobre el desempeño y el estado de ánimo (Roberts et al., 2016). A lo largo de esta tesis, hemos visto la importancia de las dinámicas grupales para el manejo del estrés y los cambios circadianos asociados al fotoperíodo extremo. Por lo tanto, el estudio de los ritmos circadianos en la Antártida puede servir como punto de partida para obtener el conocimiento necesario para el diseño de turnos adecuados para este tipo de trabajadores junto con medidas paliativas que permitan contrarrestar el impacto sobre el reloj central y sus mecanismos asociados.

Los estudios que intentan explorar las variables implicadas en un viaje espacial tienen el desafío de investigar fenómenos que no podrán ser corroborados hasta el momento concreto de la expedición. En este sentido, contar con escenarios que permiten replicar, lo más rigurosamente posible, algunas de las características contextuales a las que se deberán enfrentar los astronautas es sumamente valioso, ya que representan contextos útiles para el avance de la ciencia espacial. Es sabido que sobrevivir y trabajar en el espacio dentro de la órbita terrestre es posible (Kanas et al., 2007). Numerosos estudios en la Estación Espacial Internacional lo han corroborado evidenciando sus consecuencias negativas sobre el sistema circadiano (Flynn-Evans et al., 2016), el estado de ánimo (Boyd et al., 2007) y la cognición (Fowler et al., 2000). Sin embargo, los nuevos desafíos del área tienen como objetivo el establecimiento de bases permanentes en la Luna y en Marte, junto con la posibilidad de incorporar viajes turísticos para civiles no entrenados (Vakoch, 2011). Por lo tanto, los nuevos retos en torno a la exploración espacial requieren mayor profundización del conocimiento sobre la adaptación fisiológica y psicológica a largo plazo y en diferentes poblaciones. El presente trabajo puso en evidencia los cambios circadianos y afectivos que podrían ocurrir durante una expedición y, a la vez, generó mayor conocimiento para el diseño

de intervenciones adecuadas para el logro de futuras misiones espaciales. Asimismo, demostró los beneficios de utilizar a la Base Belgrano II como laboratorio natural y análogo espacial afianzando la extensa tradición de estudios científicos en la Antártida Argentina.

Además de los ámbitos mencionados que vienen ganando protagonismo en el campo de la cronobiología hace varios años, la irrupción de la pandemia como consecuencia de la aparición del virus SARS-Cov-2 durante 2020 ha develado la importancia del estudio de los ritmos circadianos en aislamiento para conocer los efectos que tiene y tendrá la cuarentena sobre el bienestar físico y psíquico de los seres humanos. A pesar de que las condiciones antárticas no son trasladables a aquellas que se atravesaron en dicho período, sirven como modelo para orientar la implementación de medidas e intervenciones para contrarrestar sus consecuencias. Así, se han mostrado resultados que están en sintonía con los expuestos en este trabajo, como por ejemplo: el retraso en los horario para dormir y el cronotipo (Leone et al., 2020), aunque con una disminución del jet lag social (Blume et al., 2020), el aumento del distrés psicológico, que en muchos casos se vio asociado a los patrones de actividad física (Violant-Holz et al., 2020) y el aumento de los síntomas psicológicos en relación a la mala calidad de los vínculos interpersonales (Montazeri et al., 2020) . En este sentido, encontramos dos puntos en común que permiten vincular nuestros resultados con los recabados durante la transcurso de la pandemia. Por un lado, el confinamiento como agente deletéreo de los vínculos interpersonales y la salud mental; y, por el otro, la incidencia del reloj solar y el reloj social en la sincronización de los ritmos circadianos. La falta de exposición a la luz solar como consecuencia del aislamiento preventivo, junto con las obligaciones impuestas por las exigencias sociales que en este contexto implicaron más tiempo dentro de los hogares, trastocó la duración y el momento del día en el que los individuos se expusieron a la luz, generando un impacto negativo sobre las variables circadianas y afectivas.

6.3 Limitaciones

Las conclusiones derivadas de este trabajo se ven limitadas por diversos factores.

En primer lugar, el tamaño muestral puede haber tenido incidencia sobre la baja significación de algunos de nuestros resultados. Sin embargo, cabe destacar que los trabajos aquí presentados comprenden los tamaños muestrales habituales para este tipo de investigaciones o aun mayores, como el estudio de los cronotipos, donde se reunieron datos correspondientes a campañas de los años 2014, 2016, 2017, 2018 y 2019.

Asimismo, la falta de un grupo control contra el cual se podrían comparar nuestros resultados imposibilitó un análisis más abarcativo de nuestros datos. De todos modos, resulta complejo identificar cuál podría ser un grupo control adecuado para nuestra muestra, debido a la gran cantidad de factores que difieren cuando se comparan las actividades realizadas en una base antártica con aquellas realizadas en lugares habituales de residencia. En este sentido, sería útil contar con mediciones "pre" y "post" viaje, que permitieran indagar los cambios entre el continente y la Antártida[2]. Este punto tiene baja factibilidad debido a que los integrantes de la tripulación son designados a una base antártica específica poco tiempo antes de emprender viaje y luego regresan rápidamente a sus hogares que, en la mayoría de los casos, están situados en diferentes provincias.

En relación a las mediciones en sí mismas, la evaluación de los parámetros psicológicos dentro de un ámbito de trabajo, a pesar de que se lleven a cabo de forma anónima y no representen ninguna consecuencia para el participante, podría haber interferido parcialmente en el modo de responder los cuestionarios. Respecto a las mediciones objetivas, la incorporación de

[2] Se mantiene el registro coloquial que hace referencia a las regiones argentinas no antárcticas como el "continente", para diferenciarla de la región polar argentina situada en el continente antártico.

mediciones fisiológicas como el inicio de la secreción nocturna de melatonina (DLMO) o la respuesta al despertar del cortisol, contribuirían con un análisis más preciso de fenómenos como la fase circadiana o la respuesta al estrés, respectivamente. Además, el análisis de la cantidad y el tipo de luz a la que estuvieron expuestos los participantes ayudaría a complementar los datos del fotoperíodo natural.

6.4 Fortalezas

Las principales fortalezas de este estudio están relacionadas con el enfoque longitudinal que incluye mediciones de hasta once meses en forma continua, lo que permitió observar con precisión cambios a lo largo de la expedición. Además debe destacarse la gran cantidad de variables analizadas en forma concurrente lo que permitió un abordaje multidimensional de los fenómenos estudiados.

Otra de ellas tiene que ver con el escenario experimental en el que se desarrolla el estudio, que representa una oportunidad única de analizar de manera ecológica las variables de interés. Pocos países tienen estaciones antárticas (por ejemplo, Mc Murdo y Amudsen-Scott de Estados Unidos, Concordia de Francia e Italia) en las que se puedan llevar a cabo estos estudios y que a la vez reúnan condiciones de aislamiento y fotoperíodos extremos. Sin embargo, gran parte de ellas (Amudsen Scott, Concordia) se encuentran ubicadas a alrededor de 3000 m de altitud, por lo que la presencia de hipoxia puede actuar como factor confundente. En el caso de Mc Murdo, si bien está ubicada a nivel del mar, conforma un pequeño pueblo, ya que cuenta con capacidad para 1200 residentes. Así, restan pocas estaciones tan aisladas como Belgrano II que se encuentren a nivel del mar (por ejemplo Neumeywer 3 de Alemania).

6.5 Conclusión General

Para concluir podemos decir que la Base Belgrano II sirvió como modelo para explorar el impacto del fotoperíodo extremo y la duración del aislamiento sobre los parámetros circadianos, la afectividad y la cognición. Los principales marcadores de fase de actividad junto con el cronotipo y el jet lag social mostraron estar influenciados por la ausencia de luz natural, que también moduló la percepción temporal durante la noche. Las variables psicológicas y sociales, en cambio, evidenciaron que el tiempo de aislamiento actúa en detrimento de ellas. Por lo tanto, este estudio pone de manifiesto la fuerza de los zeitgebers o del reloj solar y el reloj social para regular los ritmos circadianos, el estado de ánimo y el desempeño cognitivo.

El alcance del conocimiento hallado se extiende a múltiples ámbitos que van desde el estudio de numerosos trastornos mentales, diversos lugares con latitudes altas en los que existan variaciones del fotoperíodo, entornos laborales y el campo de investigación de la exploración espacial. En este sentido, este estudio permitió establecer a la Base Belgrano II como un análogo espacial reconocido internacionalmente gracias a la reciente colaboración con la Agencia Espacial Europea, que actualmente lleva a cabo estudios vinculados a telemedicina para el espacio en dicha base.

En futuros estudios se pretende modelar matemáticamente la gran cantidad de datos de actigrafía recabados para lograr un análisis más profundo de dicha variable. Además, se contempla el análisis simultáneo de actigrafía 24/7, sumado a variabilidad de la frecuencia cardíaca y ritmo circadiano de temperatura, a través del uso de sensores multiparamétricos, aún no disponibles en el mercado, que permitan con un solo dispositivo obtener estas mediciones, todos los días, a lo largo de un año de aislamiento antártico. Por su volumen y complejidad (Big

Data), estas mediciones generarán datos masivos que requieren técnicas no tradicionales de procesamiento de datos y posibilitarán dar respuesta incluso a preguntas aún no formuladas.

Referencias

Abelson, J. L., & Curtis, G. C. (1996). Hypothalamic-pituitary-adrenal axis activity in panic disorder. 24-hour secretion of corticotropin and cortisol. *Arch Gen Psychiatry, 53*(4), 323-331. doi:10.1001/archpsyc.1996.01830040059010

Abreu, T., & Braganca, M. (2015). The bipolarity of light and dark: A review on Bipolar Disorder and circadian cycles. *J Affect Disord, 185*, 219-229. doi:10.1016/j.jad.2015.07.017

Agostino, P. V., do Nascimento, M., Bussi, I. L., Eguia, M. C., & Golombek, D. A. (2011). Circadian modulation of interval timing in mice. *Brain Res, 1370*, 154-163. doi:10.1016/j.brainres.2010.11.029

Agostino, P. V., Gatto, E. M., Cesarini, M., Etcheverry, J. L., Sanguinetti, A., & Golombek, D. A. (2017). Deficits in temporal processing correlate with clinical progression in Huntington's disease. *Acta Neurol Scand, 136*(4), 322-329. doi:10.1111/ane.12728

Alloy, L. B., Ng, T. H., Titone, M. K., & Boland, E. M. (2017). Circadian Rhythm Dysregulation in Bipolar Spectrum Disorders. *Curr Psychiatry Rep, 19*(4), 21. doi:10.1007/s11920-017-0772-z

American_Psychiatric_Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*.

Andrews, G., Singh, M., & Bond, M. (1993). The Defense Style Questionnaire. *J Nerv Ment Dis, 181*(4), 246-256. doi:10.1097/00005053-199304000-00006

Anton-Solanas, A., O'Neill, B. V., Morris, T. E., & Dunbar, J. (2016). Physiological and Cognitive Responses to an Antarctic Expedition: A Case Report. *Int J Sports Physiol Perform, 11*(8), 1053-1059. doi:10.1123/ijspp.2015-0611

Arendt, J. (2012). Biological rhythms during residence in polar regions. *Chronobiol Int, 29*(4), 379-394. doi:10.3109/07420528.2012.668997

Arendt, J., & Middleton, B. (2018). Human seasonal and circadian studies in Antarctica (Halley, 75 degrees S). *Gen Comp Endocrinol, 258*, 250-258. doi:10.1016/j.ygcen.2017.05.010

Arendt, J., & Middleton, B. (2018). Human seasonal and circadian studies in Antarctica (Halley, 75°S). *Gen Comp Endocrinol, 258*, 250-258. doi:10.1016/j.ygcen.2017.05.010

Aschoff, J. (1960). Exogenous and endogenous components in circadian rhythms. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol, 25*, 11-28. doi:10.1101/sqb.1960.025.01.004

Aschoff, J. (1966). Circadian Activity Pattern with Two Peaks. *Ecology, 47*(4), 657-662. doi:10.2307/1933949

Aschoff, J. (1979). Circadian rhythms: influences of internal and external factors on the period measured in constant conditions. *Z Tierpsychol, 49*(3), 225-249. doi:10.1111/j.1439-0310.1979.tb00290.x

Baehr, E. K., Eastman, C. I., Revelle, W., Olson, S. H. L., Wolfe, L. F., & Zee, P. C. (2003). Circadian phase-shifting effects of nocturnal exercise in older compared with young adults. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 284*(6), R1542-R1550. doi:10.1152/ajpregu.00761.2002

Baker, L. D., Baldwin, D. S., & Garner, M. (2015). Daytime intrusive thoughts and subjective insomnia symptoms. *Psychiatry Res, 229*(3), 1038-1042. doi:10.1016/j.psychres.2015.02.022

Ballard, E. D., Vande Voort, J. L., Bernert, R. A., Luckenbaugh, D. A., Richards, E. M., Niciu, M. J., . . . Zarate, C. A., Jr. (2016). Correction. Nocturnal Wakefulness Is Associated With Next-Day Suicidal Ideation in Major Depressive Disorder and Bipolar Disorder. *J Clin Psychiatry, 77*(12), e1655. doi:10.4088/JCP.16lcx11319

Bandelow, B., Wedekind, D., Sandvoss, V., Broocks, A., Hajak, G., Pauls, J., . . . Rüther, E. (2000). Diurnal variation of cortisol in panic disorder. *Psychiatry Res, 95*(3), 245-250. doi:10.1016/s0165-1781(00)00183-9

Barbarito, M. (2003). Psicología Antártica. *Talleres Gráficos de la DNA*.

Barbarito, M., Baldanza, S., & Peri, A. (2009). Evolution of the coping strategies in an isolated group in an Antarctic base. *Polar Record, 37*(201), 111-120. doi:10.1017/s0032247400026930

Barger, L. K., Wright, K. P., Hughes, R. J., & Czeisler, C. A. (2004). Daily exercise facilitates phase delays of circadian melatonin rhythm in very dim light. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 286*(6), R1077-R1084. doi:10.1152/ajpregu.00397.2003

Barkaszi, I., Takacs, E., Czigler, I., & Balazs, L. (2016). Extreme Environment Effects on Cognitive Functions: A Longitudinal Study in High Altitude in Antarctica. *Front Hum Neurosci, 10*, 331. doi:10.3389/fnhum.2016.00331

Bauducco, S., Richardson, C., & Gradisar, M. (2020). Chronotype, circadian rhythms and mood. *Current Opinion in Psychology, 34*, 77-83. doi:10.1016/j.copsyc.2019.09.002

Beck, A. T., Epstein, N., Brown, G., & Steer, R. A. (1988). An inventory for measuring clinical anxiety: psychometric properties. *J Consult Clin Psychol, 56*(6), 893-897. doi:10.1037//0022-006x.56.6.893

Beck, A. T., Steer, R. A., Ball, R., & Ranieri, W. (1996). Comparison of Beck Depression Inventories -IA and -II in psychiatric outpatients. *J Pers Assess, 67*(3), 588-597. doi:10.1207/s15327752jpa6703_13

Bedrosian, T. A., & Nelson, R. J. (2017). Timing of light exposure affects mood and brain circuits. *Transl Psychiatry, 7*(1), e1017. doi:10.1038/tp.2016.262

Bell, C. C. (1994). DSM-IV: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. *JAMA: The Journal of the American Medical Association, 272*(10), 828. doi:10.1001/jama.1994.03520100096046

Benca, R. M. (2005). Diagnosis and treatment of chronic insomnia: a review. *Psychiatr Serv, 56*(3), 332-343. doi:10.1176/appi.ps.56.3.332

Bersani, F. S., Iannitelli, A., Pacitti, F., & Bersani, G. (2012). Sleep and biorythm disturbances in schizophrenia, mood and anxiety disorders: a review. *Riv Psichiatr, 47*(5), 365-375. doi:10.1708/1175.13027

Bhargava, R., Mukerji, S., & Sachdeva, U. (2000). Psychological impact of the Antarctic winter on Indian expeditioners. *Environ Behav, 32*(1), 111-127. doi:10.1177/00139160021972450

Bhatia, A., & Pal, R. (2013). Impact of Antarctica winters on vital parameters and anthropometric variables. *Travel Med Infect Dis, 11*(3), 170-177. doi:10.1016/j.tmaid.2013.02.005

Blume, C., Schmidt, M. H., & Cajochen, C. (2020). Effects of the COVID-19 lockdown on human sleep and rest-activity rhythms. *Current Biology, 30*(14), R795-R797. doi:10.1016/j.cub.2020.06.021

Bonsack, C., Despland, J. N., & Spagnoli, J. (1998). The French Version of the Defense Style Questionnaire. *Psychotherapy and Psychosomatics, 67*(1), 24-30. doi:10.1159/000012255

Borbely, A. A. (1982). A two process model of sleep regulation. *Hum Neurobiol, 1*(3), 195-204. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7185792

Borbely, A. A., & Achermann, P. (1999). Sleep homeostasis and models of sleep regulation. *J Biol Rhythms, 14*(6), 557-568. doi:10.1177/074873099129000894

Borisenkov, M. F. (2011). The Pattern of Entrainment of the Human Sleep-Wake Rhythm by the Natural Photoperiod in the North. *Chronobiol Int, 28*(10), 921-929. doi:10.3109/07420528.2011.623978

Borisenkov, M. F., Perminova, E. V., & Kosova, A. L. (2010). Chronotype, Sleep Length, and School Achievement of 11- to 23-Year-Old Students in Northern European Russia. *Chronobiol Int, 27*(6), 1259-1270. doi:10.3109/07420528.2010.487624

Bowers, J., Lo, J., Miller, P., Mawren, D., & Jones, B. (2018). Psychological distress in remote mining and construction workers in Australia. *Med J Aust, 208*(9), 391-397. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29747563

Boyd, J. E., Kanas, N., Gushin, V. I., & Stephanie, S. (2007). Cultural differences in patterns of mood states on board the International Space Station. *Acta Astronautica, 61*(7-8), 668-671. doi:10.1016/j.actaastro.2006.12.002

Bradley, A. J., Webb-Mitchell, R., Hazu, A., Slater, N., Middleton, B., Gallagher, P., . . . Anderson, K. N. (2017). Sleep and circadian rhythm disturbance in bipolar disorder. *Psychol Med, 47*(9), 1678-1689. doi:10.1017/S0033291717000186

Brenlla, M. E. R., C. M. (2006). *Adaptación argentina del Inventario de Depresión de Beck (BDIII)*. Buenos Aires: Paidós.

Broadway, J., & Arendt, J. (1986). Delayed Recovery of Sleep and Melatonin Rhythms after Nightshift Work in Antarctic Winter. *The Lancet, 328*(8510), 813-814. doi:10.1016/s0140-6736(86)90336-3

Brown, G. M., Pandi-Perumal, S. R., Trakht, I., & Cardinali, D. P. (2009). Melatonin and its relevance to jet lag. *Travel Med Infect Dis, 7*(2), 69-81. doi:10.1016/j.tmaid.2008.09.004

Buhusi, C. V. (2014). Associative and temporal learning: new directions. *Behav Processes, 101*, 1-3. doi:10.1016/j.beproc.2014.01.005

Buhusi, C. V., & Meck, W. H. (2005). What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing. *Nat Rev Neurosci, 6*(10), 755-765. doi:10.1038/nrn1764

Bunney, W. (2000). Molecular Clock Genes in Man and Lower Animals Possible Implications for Circadian Abnormalities in Depression. *Neuropsychopharmacology, 22*(4), 335-345. doi:10.1016/s0893-133x(99)00145-1

Buttel-Reepen, H. (1900). Sind die bienen reflexmaschinen?: Experiementelle beiträge zur biologie der honigbiene. *Biol. Zbl., 20*, 177– 193.

Cambras, T., Castejon, L., & Diez-Noguera, A. (2012). Social interaction with a rhythmic rat enhances the circadian pattern of the motor activity and temperature of LL-induced arrhythmic rats. *Physiol Behav, 105*(3), 835-840. doi:10.1016/j.physbeh.2011.10.027

Cardinali, D. P. (2007). [Melatonin. Physiology and clinical applications]. *Vertex, 18*(74), 288-293. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18219402

Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (1980). Distribution of REM sleep on a 90 minute sleep-wake schedule. *Sleep, 2*(3), 309-317. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7403734

Carver, C. S., Scheier, M. F., & Weintraub, J. K. (1989). Assessing coping strategies: a theoretically based approach. *J Pers Soc Psychol, 56*(2), 267-283. doi:10.1037//0022-3514.56.2.267

Cohen, D. A., Wang, W., Wyatt, J. K., Kronauer, R. E., Dijk, D. J., Czeisler, C. A., & Klerman, E. B. (2010). Uncovering residual effects of chronic sleep loss on human performance. *Sci Transl Med, 2*(14), 14ra13. doi:10.1126/scitranslmed.3000458

Coles, M. E., Schubert, J. R., & Nota, J. A. (2015). Sleep, Circadian Rhythms, and Anxious Traits. *Curr Psychiatry Rep, 17*(9), 73. doi:10.1007/s11920-015-0613-x

Collet, G., Mairesse, O., Cortoos, A., Tellez, H. F., Neyt, X., Peigneux, P., . . . Pattyn, N. (2015). Altitude and Seasonality Impact on Sleep in Antarctica. *Aerosp Med Hum Perform, 86*(4), 392-396. doi:10.3357/amhp.4159.2015

Condon, R., Colquhoun, W. P., Knauth, P., Plett, R., Neidhart, B., DeVol, D., . . . Rutenfranz, J. (1988). Work at sea: a study of sleep, and of circadian rhythms in physiological and psychological functions, in watchkeepers on merchant vessels. *International Archives of Occupational and Environmental Health, 61*(1-2), 39-49. doi:10.1007/bf00381606

Conev, N. V., Donev, I. S., & Stoyanov, D. S. (2019). One-minute time interval estimation as a novel ultrashort tool for distress screening. *Support Care Cancer, 27*(6), 2031-2037. doi:10.1007/s00520-018-4461-1

Corbett, R. W., Middleton, B., & Arendt, J. (2012). An hour of bright white light in the early morning improves performance and advances sleep and circadian phase during the Antarctic winter. *Neurosci Lett, 525*(2), 146-151. doi:10.1016/j.neulet.2012.06.046

Cramer, P. (2002). Coping and Defense Mechanisms: What's the Difference? *J Pers, 66*(6), 919-946. doi:10.1111/1467-6494.00037

Cunningham, J. E. A., & Shapiro, C. M. (2018). Cognitive Behavioural Therapy for Insomnia (CBT-I) to treat depression: A systematic review. *J Psychosom Res, 106*, 1-12. doi:10.1016/j.jpsychores.2017.12.012

Czeisler, C. A., & Wright, K. P. (1999). Influence of light on circadian rhythmicity in humans. *Lung biology in health and disease, 133*, 149-180.

Czeisler, C. A., Dijk, D.-J., & Duffy, J. F. (1994). Entrained phase of the circadian pacemaker serves to stabilize alertness and performance throughout the habitual waking day. 89-110. doi:10.1037/10166-006

Czeisler, C. A., & Klerman, E. B. (1999). Circadian and sleep-dependent regulation of hormone release in humans. *Recent Prog Horm Res, 54*, 97-130; discussion 130-132. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10548874

Czeisler, C. A., Weitzman, E., Moore-Ede, M. C., Zimmerman, J. C., & Knauer, R. S. (1980). Human sleep: its duration and organization depend on its circadian phase. *Science, 210*(4475), 1264-1267. doi:10.1126/science.7434029

Chakradeo, P. S., Keshavarzian, A., Singh, S., Dera, A. E., Esteban, J. P. G., Lee, A. A., . . . Swanson, G. R. (2018). Chronotype, social jet lag, sleep debt and food timing in inflammatory bowel disease. *Sleep Med, 52*, 188-195. doi:10.1016/j.sleep.2018.08.002

Chang, A.-M., Aeschbach, D., Duffy, J. F., & Czeisler, C. A. (2015). Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 112*(4), 1232-1237. doi:10.1073/pnas.1418490112

Chang, A. M., Aeschbach, D., Duffy, J. F., & Czeisler, C. A. (2015). Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proc Natl Acad Sci U S A, 112*(4), 1232-1237. doi:10.1073/pnas.1418490112

Chellappa, S. L., Steiner, R., Blattner, P., Oelhafen, P., Gotz, T., & Cajochen, C. (2011). Non-visual effects of light on melatonin, alertness and cognitive performance: can blue-enriched light keep us alert? *PLoS One, 6*(1), e16429. doi:10.1371/journal.pone.0016429

Chen, G.-h., Xia, L., Wang, F., Li, X.-W., & Jiao, C.-a. (2016). Patients with chronic insomnia have selective impairments in memory that are modulated by cortisol. *Psychophysiology, 53*(10), 1567-1576. doi:10.1111/psyp.12700

Chen, L., Guo, L., & Bao, M. (2017). Sleep-dependent consolidation benefits fast transfer of time interval training. *Exp Brain Res, 235*(3), 661-672. doi:10.1007/s00221-016-4832-0

Chen, N., Wu, Q., Li, H., Zhang, T., & Xu, C. (2016). Different adaptations of Chinese winter-over expeditioners during prolonged Antarctic and sub-Antarctic residence. *Int J Biometeorol, 60*(5), 737-747. doi:10.1007/s00484-015-1069-8

Cheng, R. K., Ali, Y. M., & Meck, W. H. (2007). Ketamine "unlocks" the reduced clock-speed effects of cocaine following extended training: evidence for dopamine--glutamate interactions in timing and time perception. *Neurobiol Learn Mem, 88*(2), 149-159. doi:10.1016/j.nlm.2007.04.005

Chunhua, X., Jiacui, D., Xue, L., & Kai, W. (2019). Impaired emotional memory and decision-making following primary insomnia. *Medicine (Baltimore), 98*(29), e16512. doi:10.1097/md.0000000000016512

Daan, S., Beersma, D. G., & Borbely, A. A. (1984). Timing of human sleep: recovery process gated by a circadian pacemaker. *Am J Physiol, 246*(2 Pt 2), R161-183. doi:10.1152/ajpregu.1984.246.2.R161

de Cordova, P. B., Bradford, M. A., & Stone, P. W. (2016). Increased errors and decreased performance at night: A systematic review of the evidence concerning shift work and quality. *Work, 53*(4), 825-834. doi:10.3233/wor-162250

De Mairan, J. J. D. (1729). Observation botanique. *Histoire de l'Académie Royale des Sciences Paris, 35*.

Décamps, G., & Rosnet, E. (2016). A Longitudinal Assessment of Psychological Adaptation During a Winter-Over in Antarctica. *Environment and Behavior, 37*(3), 418-435. doi:10.1177/0013916504272561

Dewan, K., Benloucif, S., Reid, K., Wolfe, L. F., & Zee, P. C. (2011). Light-induced changes of the circadian clock of humans: increasing duration is more effective than increasing light intensity. *Sleep, 34*(5), 593-599. doi:10.1093/sleep/34.5.593

Diaz-Morales, J. F., & Escribano, C. (2015). Social jetlag, academic achievement and cognitive performance: Understanding gender/sex differences. *Chronobiol Int, 32*(6), 822-831. doi:10.3109/07420528.2015.1041599

Diekelmann, S., & Born, J. (2010). The memory function of sleep. *Nature Reviews Neuroscience, 11*(2), 114-126. doi:10.1038/nrn2762

Diez, J. J., Plano, S. A., Caldart, C., Bellone, G., Simonelli, G., Brangold, M., . . . Vigo, D. E. (2020). Sleep misalignment and circadian rhythm impairment in long-haul bus drivers under a two-up operations system. *Sleep Health, 6*(3), 374-386. doi:10.1016/j.sleh.2019.12.011

Diez, J. J., Vigo, D. E., Lloret, S. P., Rigters, S., Role, N., Cardinali, D. P., & Chada, D. P. (2011). Sleep Habits, Alertness, Cortisol Levels, and Cardiac Autonomic Activity in Short-Distance Bus Drivers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine, 53*(7), 806-811. doi:10.1097/JOM.0b013e318221c6de

Dijk, D. J., & Landolt, H. P. (2019). Sleep Physiology, Circadian Rhythms, Waking Performance and the Development of Sleep-Wake Therapeutics. *Handb Exp Pharmacol, 253*, 441-481. doi:10.1007/164_2019_243

Dijk, D. J., Neri, D. F., Wyatt, J. K., Ronda, J. M., Riel, E., Ritz-De Cecco, A., . . . Czeisler, C. A. (2001). Sleep, performance, circadian rhythms, and light-dark cycles during two space shuttle flights. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 281*(5), R1647-1664. doi:10.1152/ajpregu.2001.281.5.R1647

Dimitrov, A., Veer, I. M., Kleeblatt, J., Seyfarth, F., Roenneberg, T., Ising, M., . . . Adli, M. (2018). Chronotype is associated with psychological well-being depending on the composition of the study sample. *J Health Psychol, 25*(9), 1236-1247. doi:10.1177/1359105317751618

Driskell, J. E., & Mullen, B. (2016). The Efficacy of Naps as a Fatigue Countermeasure: A Meta-Analytic Integration. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 47*(2), 360-377. doi:10.1518/0018720054679498

Droit-Volet, S., & Meck, W. H. (2007). How emotions colour our perception of time. *Trends Cogn Sci, 11*(12), 504-513. doi:10.1016/j.tics.2007.09.008

Duffy, J. F., Kronauer, R. E., & Czeisler, C. A. (1996). Phase-shifting human circadian rhythms: influence of sleep timing, social contact and light exposure. *J Physiol, 495 (Pt 1)*, 289-297. doi:10.1113/jphysiol.1996.sp021593

Durmer, J. S., & Dinges, D. F. (2005). Neurocognitive Consequences of Sleep Deprivation. *Seminars in Neurology, 25*(01), 117-129. doi:10.1055/s-2005-867080

Eastman, C. (1995). Phase-shifting human circadian rhythms with exercise during the night shift. *Physiol Behav, 58*(6), 1287-1291. doi:10.1016/0031-9384(95)02031-4

Ehlers, C. L. (1988). Social Zeitgebers and Biological Rhythms. *Arch Gen Psychiatry, 45*(10), 948. doi:10.1001/archpsyc.1988.01800340076012

Ehmann, B., Altbäcker, A., & Balázs, L. (2018). Emotionality in isolated, confined and extreme (ICE) environments: Content analysis of diaries of Antarctic Winteroverers. *Journal of Environmental Psychology, 60*, 112-115. doi:10.1016/j.jenvp.2018.09.003

Emens, J., Lewy, A., Kinzie, J. M., Arntz, D., & Rough, J. (2009). Circadian misalignment in major depressive disorder. *Psychiatry Res, 168*(3), 259-261. doi:10.1016/j.psychres.2009.04.009

Escames, G., Ozturk, G., Baño-Otálora, B., Pozo, M. J., Madrid, J. A., Reiter, R. J., . . . Acuña-Castroviejo, D. (2012). Exercise and melatonin in humans: reciprocal benefits. *J Pineal Res, 52*(1), 1-11. doi:10.1111/j.1600-079X.2011.00924.x

Escribá-Agüir, V., Pons, R. M., & Reus, E. F. (2001). Validación del Job Content Questionnaire en personal de enfermería hospitalario. *Gaceta Sanitaria, 15*(2), 142-149.

Etain, B. (2011). [What is the burden associated with bipolar depression?]. *Encephale, 37 Suppl 3*, S176-178. doi:10.1016/S0013-7006(11)70049-5

Fischer, D., Lombardi, D. A., Marucci-Wellman, H., & Roenneberg, T. (2017). Chronotypes in the US - Influence of age and sex. *PLoS One, 12*(6), e0178782. doi:10.1371/journal.pone.0178782

Fisk, A. S., Tam, S. K. E., Brown, L. A., Vyazovskiy, V. V., Bannerman, D. M., & Peirson, S. N. (2018). Light and Cognition: Roles for Circadian Rhythms, Sleep, and Arousal. *Front Neurol, 9*. doi:10.3389/fneur.2018.00056

Flynn-Evans, E. E., Barger, L. K., Kubey, A. A., Sullivan, J. P., & Czeisler, C. A. (2016). Circadian misalignment affects sleep and medication use before and during spaceflight. *npj Microgravity, 2*(1). doi:10.1038/npjmgrav.2015.19

Folgueira, A., Simonelli, G., Plano, S., Tortello, C., Cuiuli, J. M., Blanchard, A., . . . Vigo, D. E. (2019). Sleep, napping and alertness during an overwintering mission at Belgrano II Argentine Antarctic station. *Sci Rep, 9*(1), 10875. doi:10.1038/s41598-019-46900-7

Folkard, S. (1990). Circadian performance rhythms: some practical and theoretical implications. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci, 327*(1241), 543-553. doi:10.1098/rstb.1990.0097

Folkman, S., & Lazarus, R. S. (1980). An Analysis of Coping in a Middle-Aged Community Sample. *J Health Soc Behav, 21*(3), 219. doi:10.2307/2136617

Folkman, S., & Moskowitz, J. T. (2004). Coping: Pitfalls and Promise. *Annual Review of Psychology, 55*(1), 745-774. doi:10.1146/annurev.psych.55.090902.141456

Forel, A. (1910). Das Sinnesleben der Insekten: eine Sammlung von experimentellen und kritischen Studien über Insektenpsychologie. *JOUR*.

Fortin, C., Fairhurst, S., Malapani, C., Morin, C., Towey, J., & Meck, W. H. (2009). Expectancy in humans in multisecond peak-interval timing with gaps. *Atten Percept Psychophys, 71*(4), 789-802. doi:10.3758/APP.71.4.789

Fowler, B., Comfort, D., & Bock, O. (2000). A review of cognitive and perceptual-motor performance in space. *Aviat Space Environ Med, 71*(9 Suppl), A66-68. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10993312

Francis, G., Bishop, L., Luke, C., Middleton, B., Williams, P., & Arendt, J. (2008). Sleep during the Antarctic winter: preliminary observations on changing the spectral composition of artificial light. *J Sleep Res, 17*(3), 354-360. doi:10.1111/j.1365-2869.2008.00664.x

Fujino, Y., Mizoue, T., Tokui, N., & Yoshimura, T. (2005). Prospective cohort study of stress, life satisfaction, self-rated health, insomnia, and suicide death in Japan. *Suicide Life Threat Behav, 35*(2), 227-237. doi:10.1521/suli.35.2.227.62876

Fuster, J. M. (1995). *Memory in the cerebral cortex: An empirical approach to neural networks in the human and nonhuman primate*: The MIT Press.

Gander, P., van den Berg, M., & Signal, L. (2008). Sleep and sleepiness of fishermen on rotating schedules. *Chronobiol Int, 25*(2), 389-398. doi:10.1080/07420520802106728

Gander, P. H., Macdonald, J. A., Montgomery, J. C., & Paulin, M. G. (1991). Adaptation of sleep and circadian rhythms to the Antarctic summer: a question of zeitgeber strength. *Aviat Space Environ Med, 62*(11), 1019-1025. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1741714

Gao, K., Wu, R., Wang, Z., Ren, M., Kemp, D. E., Chan, P. K., . . . Calabrese, J. R. (2015). Disagreement between self-reported and clinician-ascertained suicidal ideation and its correlation with depression and anxiety severity in patients with major depressive disorder or bipolar disorder. *J Psychiatr Res, 60*, 117-124. doi:10.1016/j.jpsychires.2014.09.011

Gao, L., Li, P., Hu, C., To, T., Patxot, M., Falvey, B., . . . Hu, K. (2019). Nocturnal heart rate variability moderates the association between sleep-wake regularity and mood in young adults. *Sleep, 42*(5). doi:10.1093/sleep/zsz034

García-Saisó, A., Ortega-Andeane, P., & Reyes-Lagunes, L. (2014). Adaptación y validación psicométrica de la Escala de Clima Social Organizacional (WES) de Moos en México. *Acta de Investigación psicológica, 4*(1), 1370-1384.

Germain, A., & Kupfer, D. J. (2008). Circadian rhythm disturbances in depression. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental, 23*(7), 571-585. doi:10.1002/hup.964

Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and Weber's law in animal timing. *Psychological Review, 84*(3), 279-325. doi:10.1037/0033-295x.84.3.279

Giglio, L. M., Magalhaes, P. V., Kapczinski, N. S., Walz, J. C., & Kapczinski, F. (2010). Functional impact of biological rhythm disturbance in bipolar disorder. *J Psychiatr Res, 44*(4), 220-223. doi:10.1016/j.jpsychires.2009.08.003

Giuntella, O., Han, W., & Mazzonna, F. (2017). Circadian Rhythms, Sleep, and Cognitive Skills: Evidence From an Unsleeping Giant. *Demography, 54*(5), 1715-1742. doi:10.1007/s13524-017-0609-8

Golombek, D. A. (2001). *Cronobiología humana: en busca del tiempo perdido* (Vol. 062): Ciencias.

Golombek, D. A., Bussi, I. L., & Agostino, P. V. (2014). Minutes, days and years: molecular interactions among different scales of biological timing. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci, 369*(1637), 20120465. doi:10.1098/rstb.2012.0465

Golombek, D. A., Casiraghi, L. P., Agostino, P. V., Paladino, N., Duhart, J. M., Plano, S. A., & Chiesa, J. J. (2013). The times they're a-changing: effects of circadian desynchronization on physiology and disease. *J Physiol Paris, 107*(4), 310-322. doi:10.1016/j.jphysparis.2013.03.007

Golombek, D. A., & Rosenstein, R. E. (2010). Physiology of circadian entrainment. *Physiol Rev, 90*(3), 1063-1102. doi:10.1152/physrev.00009.2009

González-Boto, R., Salguero, A., Tuero, C., & Márquez, M. (2009). Validez concurrente de la versión española del cuestionario de recuperación-estrés para deportistas (RESTQ-SPORT). *Revista de psicología del deporte, 18*(1), 53-72.

Grady, S., Aeschbach, D., Wright, K. P., Jr., & Czeisler, C. A. (2010). Effect of modafinil on impairments in neurobehavioral performance and learning associated with extended wakefulness and circadian misalignment. *Neuropsychopharmacology, 35*(9), 1910-1920. doi:10.1038/npp.2010.63

Grandin, L. D., Alloy, L. B., & Abramson, L. Y. (2006). The social zeitgeber theory, circadian rhythms, and mood disorders: Review and evaluation. *Clin Psychol Rev, 26*(6), 679-694. doi:10.1016/j.cpr.2006.07.001

Green, A., Cohen-Zion, M., Haim, A., & Dagan, Y. (2017). Evening light exposure to computer screens disrupts human sleep, biological rhythms, and attention abilities. *Chronobiol Int, 34*(7), 855-865. doi:10.1080/07420528.2017.1324878

Gritton, H. J., Sutton, B. C., Martinez, V., Sarter, M., & Lee, T. M. (2009). Interactions between cognition and circadian rhythms: attentional demands modify circadian entrainment. *Behav Neurosci, 123*(5), 937-948. doi:10.1037/a0017128

Grondin, S. (2010). Timing and time perception: A review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Attention, Perception, & Psychophysics, 72*(3), 561-582. doi:10.3758/app.72.3.561

Gupta, A., Sharma, P. K., Garg, V. K., Singh, A. K., & Mondal, S. C. (2013). Role of serotonin in seasonal affective disorder. *Eur Rev Med Pharmacol Sci, 17*(1), 49-55. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23329523

Gushin, V. I., Zaprisa, N. S., Kolinitchenko, T. B., Efimov, V. A., Smirnova, T. M., Vinokhodova, A. G., & Kanas, N. (1997). Content analysis of the crew communication with external communicants under prolonged isolation. *Aviat Space Environ Med, 68*(12), 1093-1098. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9408558

Halim, M. H. A., & Sabri, F. (2013). Relationship Between Defense Mechanisms and Coping Styles Among Relapsing Addicts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 84*, 1829-1837. doi:10.1016/j.sbspro.2013.07.043

Haraszti, R. A., Ella, K., Gyongyosi, N., Roenneberg, T., & Kaldi, K. (2014). Social jetlag negatively correlates with academic performance in undergraduates. *Chronobiol Int, 31*(5), 603-612. doi:10.3109/07420528.2013.879164

Harris, A., Marquis, P., Eriksen, H. R., Grant, I., Corbett, R., Lie, S. A., & Ursin, H. (2010). Diurnal rhythm in British Antarctic personnel. *Rural Remote Health, 10*(2), 1351. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20568908

Harvey, A. G. (2008). Sleep and circadian rhythms in bipolar disorder: seeking synchrony, harmony, and regulation. *Am J Psychiatry, 165*(7), 820-829. doi:10.1176/appi.ajp.2008.08010098

Harvey, A. G. (2011). Sleep and circadian functioning: critical mechanisms in the mood disorders? *Annu Rev Clin Psychol, 7*, 297-319. doi:10.1146/annurev-clinpsy-032210-104550

Harvey, A. G., Kaplan, K. A., & Soehner, A. M. (2015). Interventions for Sleep Disturbance in Bipolar Disorder. *Sleep Med Clin, 10*(1), 101-105. doi:10.1016/j.jsmc.2014.11.005

Harvey, P. D. (2011). Mood symptoms, cognition, and everyday functioning: in major depression, bipolar disorder, and schizophrenia. *Innov Clin Neurosci, 8*(10), 14-18. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22132366

Hidalgo, M. P. L., Zanette, C. B., Pedrotti, M., Souza, C. M., Nunes, P. V., & Chaves, M. L. F. (2016). Performance of Chronotypes on Memory Tests during the Morning and the Evening Shifts. *Psychol Rep, 95*(1), 75-85. doi:10.2466/pr0.95.1.75-85

Horne, J. A., & Ostberg, O. (1976). A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int J Chronobiol, 4*(2), 97-110. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1027738

Hower, I. M., Harper, S. A., & Buford, T. W. (2018). Circadian Rhythms, Exercise, and Cardiovascular Health. *J Circadian Rhythms, 16*, 7. doi:10.5334/jcr.164

Inder, M. L., Crowe, M. T., & Porter, R. (2016). Effect of transmeridian travel and jetlag on mood disorders: evidence and implications. *Aust N Z J Psychiatry, 50*(3), 220-227. doi:10.1177/0004867415598844

James, S. M., Honn, K. A., Gaddameedhi, S., & Van Dongen, H. P. A. (2017). Shift Work: Disrupted Circadian Rhythms and Sleep—Implications for Health and Well-being. *Current Sleep Medicine Reports, 3*(2), 104-112. doi:10.1007/s40675-017-0071-6

José Diez, J., Eduardo Vigo, D., Pedro Cardinali, D., & Pérez-Chada, D. (2014). Sleep habits, daytime sleepiness and working conditions in short-distance bus drivers. *International Journal of Workplace Health Management, 7*(4), 202-212. doi:10.1108/ijwhm-02-2013-0004

Kanas, N. A., Salnitskiy, V. P., Boyd, J. E., Gushin, V. I., Weiss, D. S., Saylor, S. A., . . . Marmar, C. R. (2007). Crewmember and mission control personnel interactions during International Space Station missions. *Aviat Space Environ Med, 78*(6), 601-607. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17571662

Kawasaki, A., Wisniewski, S., Healey, B., Pattyn, N., Kunz, D., Basner, M., & Münch, M. (2018). Impact of long-term daylight deprivation on retinal light sensitivity, circadian rhythms and sleep during the Antarctic winter. *Sci Rep, 8*(1). doi:10.1038/s41598-018-33450-7

Kelly, R. M., Healy, U., Sreenan, S., McDermott, J. H., & Coogan, A. N. (2018). Clocks in the clinic: circadian rhythms in health and disease. *Postgrad Med J, 94*(1117), 653-658. doi:10.1136/postgradmedj-2018-135719

Kennaway, D. J., & Van Dorp, C. F. (1991). Free-running rhythms of melatonin, cortisol, electrolytes, and sleep in humans in Antarctica. *Am J Physiol, 260*(6 Pt 2), R1137-1144. doi:10.1152/ajpregu.1991.260.6.R1137

Khandelwal, S., Bhatia, A., & Mishra, A. (2017). Psychological adaptation of Indian expeditioners during prolonged residence in Antarctica. *Indian Journal of Psychiatry, 59*(3), 313. doi:10.4103/psychiatry.IndianJPsychiatry_296_16

Kiessling, S., Eichele, G., & Oster, H. (2010). Adrenal glucocorticoids have a key role in circadian resynchronization in a mouse model of jet lag. *Journal of Clinical Investigation, 120*(7), 2600-2609. doi:10.1172/jci41192

Kim, K. M., Han, S. M., Heo, K., Kim, W.-J., & Chu, M. K. (2020). Sex differences in the association between chronotype and risk of depression. *Sci Rep, 10*(1). doi:10.1038/s41598-020-75724-z

Kline, C. E., Durstine, J. L., Davis, J. M., Moore, T. A., Devlin, T. M., & Youngstedt, S. D. (2010). Circadian Rhythms of Psychomotor Vigilance, Mood, and Sleepiness in the Ultra-Short Sleep/Wake Protocol. *Chronobiol Int, 27*(1), 161-180. doi:10.3109/07420521003648604

Koch, C. E., Leinweber, B., Drengberg, B. C., Blaum, C., & Oster, H. (2017). Interaction between circadian rhythms and stress. *Neurobiology of Stress, 6*, 57-67. doi:10.1016/j.ynstr.2016.09.001

Komada, Y., Asaoka, S., Abe, T., & Inoue, Y. (2013). Short sleep duration, sleep disorders, and traffic accidents. *IATSS Research, 37*(1), 1-7. doi:10.1016/j.iatssr.2013.06.001

Korczak, A. L., Martynhak, B. J., Pedrazzoli, M., Brito, A. F., & Louzada, F. M. (2008). Influence of chronotype and social zeitgebers on sleep/wake patterns. *Braz J Med Biol Res, 41*(10), 914-919. doi:10.1590/s0100-879x2008005000047

Kramer, G. (1952). Experiments on birds orientation. *Ibis, 94*(2), 265-285.

Kronauer, R. E., Czeisler, C. A., Pilato, S. F., Moore-Ede, M. C., & Weitzman, E. D. (1982). Mathematical model of the human circadian system with two interacting oscillators. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 242*(1), R3-R17. doi:10.1152/ajpregu.1982.242.1.R3

Kronfeld-Schor, N., & Einat, H. (2012). Circadian rhythms and depression: human psychopathology and animal models. *Neuropharmacology, 62*(1), 101-114. doi:10.1016/j.neuropharm.2011.08.020

Kume, Y., Makabe, S., Singha-Dong, N., Vajamun, P., Apikomonkon, H., & Griffiths, J. (2017). Seasonal effects on the sleep–wake cycle, the rest–activity rhythm and quality of life for Japanese and Thai older people. *Chronobiol Int, 34*(10), 1377-1387. doi:10.1080/07420528.2017.1372468

Kuriyama, K., Uchiyama, M., Suzuki, H., Tagaya, H., Ozaki, A., Aritake, S., . . . Takahashi, K. (2005). Diurnal fluctuation of time perception under 30-h sustained wakefulness. *Neurosci Res, 53*(2), 123-128. doi:10.1016/j.neures.2005.06.006

Kurlansik, S. L., & Ibay, A. D. (2012). Seasonal affective disorder. *Am Fam Physician, 86*(11), 1037-1041. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23198671

Laje, R., Agostino, P. V., & Golombek, D. A. (2018). The Times of Our Lives: Interaction Among Different Biological Periodicities. *Front Integr Neurosci, 12*. doi:10.3389/fnint.2018.00010

Lake, J. I., LaBar, K. S., & Meck, W. H. (2016). Emotional modulation of interval timing and time perception. *Neurosci Biobehav Rev, 64*, 403-420. doi:10.1016/j.neubiorev.2016.03.003

Lamont, E. W., Legault-Coutu, D., Cermakian, N., & Boivin, D. B. (2007). The role of circadian clock genes in mental disorders. *Dialogues Clin Neurosci, 9*(3), 333-342. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17969870

Landgraf, D., McCarthy, M. J., & Welsh, D. K. (2014). Circadian Clock and Stress Interactions in the Molecular Biology of Psychiatric Disorders. *Curr Psychiatry Rep, 16*(10). doi:10.1007/s11920-014-0483-7

Lavie, P. (2016). Melatonin: Role in Gating Nocturnal Rise in Sleep Propensity. *J Biol Rhythms, 12*(6), 657-665. doi:10.1177/074873049701200622

Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. New York: Springer publishing company.

Le Minh, N. (2001). Glucocorticoid hormones inhibit food-induced phase-shifting of peripheral circadian oscillators. *The EMBO Journal, 20*(24), 7128-7136. doi:10.1093/emboj/20.24.7128

LeGates, T. A., Fernandez, D. C., & Hattar, S. (2014). Light as a central modulator of circadian rhythms, sleep and affect. *Nat Rev Neurosci, 15*(7), 443-454. doi:10.1038/nrn3743

Leon, G. R., Sandal, G. M., & Larsen, E. (2011). Human performance in polar environments. *Journal of Environmental Psychology, 31*(4), 353-360. doi:10.1016/j.jenvp.2011.08.001

Leone, M. J., Sigman, M., & Golombek, D. A. (2020). Effects of lockdown on human sleep and chronotype during the COVID-19 pandemic. *Current Biology, 30*(16), R930-R931. doi:10.1016/j.cub.2020.07.015

Levandovski, R., Dantas, G., Fernandes, L. C., Caumo, W., Torres, I., Roenneberg, T., . . . Allebrandt, K. V. (2011). Depression Scores Associate With Chronotype and Social Jetlag in a Rural Population. *Chronobiol Int, 28*(9), 771-778. doi:10.3109/07420528.2011.602445

Levitan, R. D. (2007). The chronobiology and neurobiology of winter seasonal affective disorder. *Dialogues Clin Neurosci, 9*(3), 315-324. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17969868

Lewis, P., Oster, H., Korf, H. W., Foster, R. G., & Erren, T. C. (2020). Food as a circadian time cue — evidence from human studies. *Nature Reviews Endocrinology, 16*(4), 213-223. doi:10.1038/s41574-020-0318-z

Liberman, A. R., Kwon, S. B., Vu, H. T., Filipowicz, A., Ay, A., & Ingram, K. K. (2017). Circadian Clock Model Supports Molecular Link Between PER3 and Human Anxiety. *Sci Rep, 7*(1), 9893. doi:10.1038/s41598-017-07957-4

Lieberman, P., Morey, A., Hochstadt, J., Larson, M., & Mather, S. (2005). Mount Everest: a space analogue for speech monitoring of cognitive deficits and stress. *Aviat Space Environ Med, 76*(6 Suppl), B198-207. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15943213

Litman, J. A. (2006). The COPE inventory: Dimensionality and relationships with approach- and avoidance-motives and positive and negative traits. *Personality and Individual Differences, 41*(2), 273-284. doi:10.1016/j.paid.2005.11.032

Lovato, N., Lack, L., Ferguson, S., & Tremaine, R. (2009). The effects of a 30-min nap during night shift following a prophylactic sleep in the afternoon. *Sleep and Biological Rhythms, 7*(1), 34-42. doi:10.1111/j.1479-8425.2009.00382.x

Luik, A. I., Zuurbier, L. A., Hofman, A., Van Someren, E. J. W., & Tiemeier, H. (2013). Stability and Fragmentation of the Activity Rhythm Across the Sleep-Wake Cycle: The Importance of

Age, Lifestyle, and Mental Health. *Chronobiol Int, 30*(10), 1223-1230. doi:10.3109/07420528.2013.813528

Lyall, L. M., Wyse, C. A., Graham, N., Ferguson, A., Lyall, D. M., Cullen, B., . . . Smith, D. J. (2018). Association of disrupted circadian rhythmicity with mood disorders, subjective wellbeing, and cognitive function: a cross-sectional study of 91 105 participants from the UK Biobank. *Lancet Psychiatry, 5*(6), 507-514. doi:10.1016/S2215-0366(18)30139-1

Magan, I., Sanz, J., & Garcia-Vera, M. P. (2008). Psychometric properties of a Spanish version of the Beck Anxiety Inventory (BAI) in general population. *Span J Psychol, 11*(2), 626-640. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18988448

Magnusson, A., & Boivin, D. (2009). Seasonal Affective Disorder: An Overview. *Chronobiol Int, 20*(2), 189-207. doi:10.1081/cbi-120019310

Maher, H. K. (2006). Posttraumatic stress disorder after the hurricanes. *AAOHN J, 54*(11), 508. doi:10.1177/216507990605401105

Mairesse, O., MacDonald-Nethercott, E., Neu, D., Tellez, H. F., Dessy, E., Neyt, X., . . . Pattyn, N. (2019). Preparing for Mars: human sleep and performance during a 13 month stay in Antarctica. *Sleep, 42*(1). doi:10.1093/sleep/zsy206

Maruff, P., Snyder, P., McStephen, M., Collie, A., & Darby, D. (2006). Cognitive deterioration associated with an expedition in an extreme desert environment. *Br J Sports Med, 40*(6), 556-560. doi:10.1136/bjsm.2004.016204

McClung, C. A. (2007). Clock genes and bipolar disorder: implications for therapy. *Pharmacogenomics, 8*(9), 1097-1100. doi:10.2217/14622416.8.9.1097

McClung, C. A. (2013). How might circadian rhythms control mood? Let me count the ways. *Biol Psychiatry, 74*(4), 242-249. doi:10.1016/j.biopsych.2013.02.019

Meijman, T. (1993). *Processing efficiency in mental tasks in relation to working times*. Retrieved from Tilburg:

Minors, D. S., Waterhouse, J. M., & Wirz-Justice, A. (1991). A human phase-response curve to light. *Neurosci Lett, 133*(1), 36-40. doi:10.1016/0304-3940(91)90051-t

Mistlberger, R. E., Antle, M. C., Glass, J. D., & Miller, J. D. (2010). Behavioral and Serotonergic Regulation of Circadian Rhythms. *Biological Rhythm Research, 31*(3), 240-283. doi:10.1076/0929-1016(200007)31:3;1-k;ft240

Mistlberger, R. E., & Skene, D. J. (2004). Social influences on mammalian circadian rhythms: animal and human studies. *Biological Reviews, 79*(3), 533-556. doi:10.1017/s1464793103006353

Mistlberger, R. E., & Skene, D. J. (2004). Social influences on mammalian circadian rhythms: animal and human studies. *Biol Rev Camb Philos Soc, 79*(3), 533-556. doi:10.1017/s1464793103006353

Miyazaki, T., Hashimoto, S., Masubuchi, S., Honma, S., & Honma, K.-I. (2001). Phase-advance shifts of human circadian pacemaker are accelerated by daytime physical exercise. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 281*(1), R197-R205. doi:10.1152/ajpregu.2001.281.1.R197

Mocellin, J. S., Suedfeld, P., Bernadelz, J. P., & Barbarito, M. E. (1991). Levels of anxiety in polar environments. *Journal of Environmental Psychology, 11*(3), 265-275. doi:10.1016/s0272-4944(05)80187-2

Monfort, V., Pfeuty, M., Klein, M., Colle, S., Brissart, H., Jonas, J., & Maillard, L. (2014). Distortion of time interval reproduction in an epileptic patient with a focal lesion in the right anterior insular/inferior frontal cortices. *Neuropsychologia, 64*, 184-194. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2014.09.004

Monk, T. H., Burk, L. R., Klein, M. H., Kupfer, D. J., Soehner, A. M., & Essex, M. J. (2010). Behavioral circadian regularity at age 1 month predicts anxiety levels during school-age years. *Psychiatry Res, 178*(2), 370-373. doi:10.1016/j.psychres.2009.09.020

Montazeri, A., Pieh, C., O´Rourke, T., Budimir, S., & Probst, T. (2020). Relationship quality and mental health during COVID-19 lockdown. *PLoS One, 15*(9), e0238906. doi:10.1371/journal.pone.0238906

Monti, J. M., & Monti, D. (2000). Sleep disturbance in generalized anxiety disorder and its treatment. *Sleep Med Rev, 4*(3), 263-276. doi:10.1053/smrv.1999.0096

Morán, C., Landero, R., & González, M. T. (2010). COPE-28: un análisis psicométrico de la versión en español del Brief COPE. *Universitas Psychologica, 9*(2), 543-552.

Morita, T., Koikawa, R., Ono, K., Terada, Y., Hyun, K., & Tokura, H. (2010). Influence of the Amount of Light Received during the Day and Night Times on the Circadian Rhythm of Melatonin Secretion in Women Living Diurnally. *Biological Rhythm Research, 33*(3), 271-277. doi:10.1076/brhm.33.3.271.8258

Mormont, M. C., Waterhouse, J., Bleuzen, P., Giacchetti, S., Jami, A., Bogdan, A., . . . Levi, F. (2000). Marked 24-h rest/activity rhythms are associated with better quality of life, better response, and longer survival in patients with metastatic colorectal cancer and good performance status. *Clin Cancer Res, 6*(8), 3038-3045. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10955782

Morris, J. C., Heyman, A., Mohs, R. C., Hughes, J. P., van Belle, G., Fillenbaum, G., . . . Clark, C. (1989). The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD). Part I. Clinical and neuropsychological assessment of Alzheimer's disease. *Neurology, 39*(9), 1159-1165. doi:10.1212/wnl.39.9.1159

Muñoz, E., Brewer, M., & Baler, R. (2002). Circadian Transcription. *Journal of Biological Chemistry, 277*(39), 36009-36017. doi:10.1074/jbc.M203909200

Murray, G., Gottlieb, J., Hidalgo, M. P., Etain, B., Ritter, P., Skene, D. J., . . . Frey, B. N. (2020). Measuring circadian function in bipolar disorders: Empirical and conceptual review of physiological, actigraphic, and self-report approaches. *Bipolar Disord, 22*(7), 693-710. doi:10.1111/bdi.12963

Myers, P. M., & Tilley, A. (2003). The relationship between diurnal type and time duration estimation at morning and evening times of day. *Personality and Individual Differences, 35*(5), 1141-1150. doi:10.1016/s0191-8869(02)00324-0

Nam, J.-W., Ha, J. H., Choi, E., Park, D.-H., & Ryu, S.-H. (2019). Mature Defense Mechanisms Affect Successful Adjustment in Young Adulthood-Adjustment to Military Service in South Korea. *Psychiatry Investig, 16*(7), 484-490. doi:10.30773/pi.2018.11.07

Nicolas, M., Bishop, S. L., Weiss, K., & Gaudino, M. (2016). Social, Occupational, and Cultural Adaptation During a 12-Month Wintering in Antarctica. *Aerosp Med Hum Perform, 87*(9), 781-789. doi:10.3357/AMHP.4395.2016

Nicolas, M., & Gushin, V. (2015). Stress and Recovery Responses during a 105-day Ground-based Space Simulation. *Stress and Health, 31*(5), 403-410. doi:10.1002/smi.2565

Nicolas, M., & Jebrane, A. (2009). Consistency of coping strategies and defense mechanisms during training sessions and sport competitions. *International Journal of Sport Psychology, 40*(2), 229.

Nicolas, M., Sandal, G. M., Weiss, K., & Yusupova, A. (2013). Mars-105 study: Time-courses and relationships between coping, defense mechanisms, emotions and depression. *Journal of Environmental Psychology, 35*, 52-58. doi:10.1016/j.jenvp.2013.05.001

Nicolas, M., Suedfeld, P., Weiss, K., & Gaudino, M. (2016). Affective, Social, and Cognitive Outcomes During a 1-Year Wintering in Concordia. *Environment and Behavior, 48*(8), 1073-1091. doi:10.1177/0013916515583551

Nielsen, H. E. F., & Jaksic, C. (2018). Recruitment advertising for Antarctic personnel: between adventure and routine. *Polar Record, 54*(1), 65-75. doi:10.1017/s0032247418000207

Nota, J. A., Sharkey, K. M., & Coles, M. E. (2015). Sleep, arousal, and circadian rhythms in adults with obsessive-compulsive disorder: a meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev, 51*, 100-107. doi:10.1016/j.neubiorev.2015.01.002

Nutt, D., Wilson, S., & Paterson, L. (2008). Sleep disorders as core symptoms of depression. *Dialogues Clin Neurosci, 10*(3), 329-336. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18979946

Omidi, L., Zare, S., Rad, R. M., Meskkani, M., & Kalantary, S. (2017). Effects of shift work on health and satisfaction of workers in the mining industry. International journal of occupational hygiene. *Int J Occup Hyg., 9*(1), 21-25.

Ortega, G., Golombek, D. A., Otero, D., Romanelli, L., & Cardinali, D. P. (1992). Effect of zeitgeber intensity reduction on a simulated dual-oscillator human circadian system: classical and dynamic analysis. *Chronobiol Int, 9*(2), 137-147. doi:10.3109/07420529209064525

Paakkonen, T., Leppaluoto, J., Makinen, T. M., Rintamaki, H., Ruokonen, A., Hassi, J., & Palinkas, L. A. (2008). Seasonal levels of melatonin, thyroid hormones, mood, and cognition near the Arctic Circle. *Aviat Space Environ Med, 79*(7), 695-699. doi:10.3357/asem.2148.2008

Pace-Schott, E. F., Spencer, R. M., Vijayakumar, S., Ahmed, N. A., Verga, P. W., Orr, S. P., . . . Milad, M. R. (2013). Extinction of conditioned fear is better learned and recalled in the morning than in the evening. *J Psychiatr Res, 47*(11), 1776-1784. doi:10.1016/j.jpsychires.2013.07.027

Palagini, L., Cipollone, G., Moretto, U., Masci, I., Tripodi, B., Caruso, D., & Perugi, G. (2019). Chronobiological dis-rhythmicity is related to emotion dysregulation and suicidality in depressive bipolar II disorder with mixed features. *Psychiatry Res, 271*, 272-278. doi:10.1016/j.psychres.2018.11.056

Palinkas, L. (2001). Circannual pattern of hypothalamic–pituitary–thyroid (HPT) function and mood during extended antarctic residence. *Psychoneuroendocrinology, 26*(4), 421-431. doi:10.1016/s0306-4530(00)00064-0

Palinkas, L. A. (2003). The psychology of isolated and confined environments. Understanding human behavior in Antarctica. *Am Psychol, 58*(5), 353-363. doi:10.1037/0003-066x.58.5.353

Palinkas, L. A., Cravalho, M., & Browner, D. (1995). Seasonal variation of depressive symptoms in Antarctica. *Acta Psychiatr Scand, 91*(6), 423-429. doi:10.1111/j.1600-0447.1995.tb09803.x

Palinkas, L. A., Gunderson, E. K., Holland, A. W., Miller, C., & Johnson, J. C. (2000). Predictors of behavior and performance in extreme environments: the Antarctic space analogue program. *Aviat Space Environ Med, 71*(6), 619-625. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10870821

Palinkas, L. A., Johnson, J. C., & Boster, J. S. (2004). Social support and depressed mood in isolated and confined environments. *Acta Astronaut, 54*(9), 639-647. doi:10.1016/s0094-5765(03)00236-4

Palinkas, L. A., & Suedfeld, P. (2008). Psychological effects of polar expeditions. *Lancet, 371*(9607), 153-163. doi:10.1016/S0140-6736(07)61056-3

Partonen, T., & Partinen, M. (1994). Light treatment for seasonal affective disorder: theoretical considerations and clinical implications. *Acta Psychiatr Scand Suppl, 377*, 41-45. doi:10.1111/j.1600-0447.1994.tb05801.x

Paterson, J. L., Aisbett, B., & Ferguson, S. A. (2016). Sound the alarm: Health and safety risks associated with alarm response for salaried and retained metropolitan firefighters. *Safety Science, 82*, 174-181. doi:10.1016/j.ssci.2015.09.024

Pattyn, N., Mairesse, O., Cortoos, A., Marcoen, N., Neyt, X., & Meeusen, R. (2017). Sleep during an Antarctic summer expedition: new light on "polar insomnia". *J Appl Physiol (1985), 122*(4), 788-794. doi:10.1152/japplphysiol.00606.2016

Paudel, M. L., Taylor, B. C., Ancoli-Israel, S., Blackwell, T., Stone, K. L., Tranah, G., . . . Ensrud, K. E. (2010). Rest/Activity Rhythms and Mortality Rates in Older Men: Mros Sleep Study. *Chronobiol Int, 27*(2), 363-377. doi:10.3109/07420520903419157

Paulus, M. P., Potterat, E. G., Taylor, M. K., Van Orden, K. F., Bauman, J., Momen, N., . . . Swain, J. L. (2009). A neuroscience approach to optimizing brain resources for human performance in extreme environments. *Neurosci Biobehav Rev, 33*(7), 1080-1088. doi:10.1016/j.neubiorev.2009.05.003

Pavlova, M. (2017). Circadian Rhythm Sleep-Wake Disorders. *Continuum (Minneap Minn), 23*(4, Sleep Neurology), 1051-1063. doi:10.1212/CON.0000000000000499

Peeters, F., Berkhof, J., Delespaul, P., Rottenberg, J., & Nicolson, N. A. (2006). Diurnal mood variation in major depressive disorder. *Emotion, 6*(3), 383-391. doi:10.1037/1528-3542.6.3.383

Peri, A., Scarlata, C., & Barbarito, M. (2000). Preliminary studies on the psychological adjustment in the Italian Antarctic summer campaigns. *Environ Behav, 32*(1), 72-83. doi:10.1177/00139160021972432

Peri, A., Scarlata, C., & Barbarito, M. (2016). Preliminary Studies on the Psychological Adjustment in the Italian Antarctic Summer Campaigns. *Environment and Behavior, 32*(1), 72-83. doi:10.1177/00139160021972432

Petersen, C. C., & Mistlberger, R. E. (2017). Interval Timing Is Preserved Despite Circadian Desynchrony in Rats: Constant Light and Heavy Water Studies. *J Biol Rhythms, 32*(4), 295-308. doi:10.1177/0748730417716231

Petridou, E., Papadopoulos, F. C., Frangakis, C. E., Skalkidou, A., & Trichopoulos, D. (2002). A role of sunshine in the triggering of suicide. *Epidemiology, 13*(1), 106-109. doi:10.1097/00001648-200201000-00017

Philip, P., Sagaspe, P., Taillard, J., Valtat, C., Moore, N., Åkerstedt, T., . . . Bioulac, B. (2005). Fatigue, Sleepiness, and Performance in Simulated Versus Real Driving Conditions. *Sleep, 28*(12), 1511-1516. doi:10.1093/sleep/28.12.1511

Pillon, S., & Todini, A. R. (2004). eHealth in Antarctica: a model ready to be transferred to every-day life. *Int J Circumpolar Health, 63*(4), 436-442. doi:10.3402/ijch.v63i4.17761

Pittendrigh, C. S. (1960). Circadian Rhythms and the Circadian Organization of Living Systems. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol, 25*(0), 159-184. doi:10.1101/sqb.1960.025.01.015

Pittendrigh, C. S., & Daan, S. (1976). A functional analysis of circadian pacemakers in nocturnal rodents. *Journal of Comparative Physiology ? A, 106*(3), 291-331. doi:10.1007/bf01417859

Plano, S. A., Casiraghi, L. P., Garcia Moro, P., Paladino, N., Golombek, D. A., & Chiesa, J. J. (2017). Circadian and Metabolic Effects of Light: Implications in Weight Homeostasis and Health. *Front Neurol, 8*, 558. doi:10.3389/fneur.2017.00558

Poláčková Šolcová, I., Šolcová, I., Stuchlíková, I., & Mazehóová, Y. (2016). The story of 520 days on a simulated flight to Mars. *Acta Astronautica, 126*, 178-189. doi:10.1016/j.actaastro.2016.04.026

Polzella, D. J. (1975). Effects of sleep deprivation on short-term recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 1*(2), 194-200. doi:10.1037/0278-7393.1.2.194

Poppel, E., & Giedke, H. (1970). Diunal variation of time perception. *Psychol Forsch, 34*(2), 182-198. doi:10.1007/BF00424544

Porcelli, S., Marzorati, M., Healey, B., Terraneo, L., Vezzoli, A., Bella, S. D., . . . Samaja, M. (2017). Lack of acclimatization to chronic hypoxia in humans in the Antarctica. *Sci Rep, 7*(1). doi:10.1038/s41598-017-18212-1

Porkka-Heiskanen, T. (1997). Adenosine: A Mediator of the Sleep-Inducing Effects of Prolonged Wakefulness. *Science, 276*(5316), 1265-1268. doi:10.1126/science.276.5316.1265

Pouthas, V., & Perbal, S. (2004). Time perception depends on accurate clock mechanisms as well as unimpaired attention and memory processes. *Acta Neurobiol Exp (Wars), 64*(3), 367-385. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15283479

Prado Delgado, V. M., Ramirez Mahecha, M. L., & Ortiz Clavijo, M. S. (2010). Adaptación y validación de la escala de clima social escolar (CES). *Actualidades Investigativas en Educación, 10*(2), 1-13.

Premkumar, M., Sable, T., Dhanwal, D., & Dewan, R. (2013). Circadian Levels of Serum Melatonin and Cortisol in relation to Changes in Mood, Sleep, and Neurocognitive Performance, Spanning a Year of Residence in Antarctica. *Neuroscience Journal, 2013*, 1-10. doi:10.1155/2013/254090

Quante, M., Mariani, S., Weng, J., Marinac, C. R., Kaplan, E. R., Rueschman, M., . . . Redline, S. (2019). Zeitgebers and their association with rest-activity patterns. *Chronobiol Int, 36*(2), 203-213. doi:10.1080/07420528.2018.1527347

Radwan, B., Liu, H., & Chaudhury, D. (2019). The role of dopamine in mood disorders and the associated changes in circadian rhythms and sleep-wake cycle. *Brain Res, 1713*, 42-51. doi:10.1016/j.brainres.2018.11.031

Rajaratnam, S. M., & Arendt, J. (2001). Health in a 24-h society. *Lancet, 358*(9286), 999-1005. doi:10.1016/S0140-6736(01)06108-6

Rakitin, B. C., Gibbon, J., Penney, T. B., Malapani, C., Hinton, S. C., & Meck, W. H. (1998). Scalar expectancy theory and peak-interval timing in humans. *J Exp Psychol Anim Behav Process, 24*(1), 15-33. doi:10.1037//0097-7403.24.1.15

Ralph, M. R., & Mrosovsky, N. (2016). Behavioral Inhibition of Circadian Responses to Light. *J Biol Rhythms, 7*(4), 353-359. doi:10.1177/074873049200700408

Redlin, U., & Mrosovsky, N. (2009). Exercise and Human Circadian Rhythms: What we Know and What we Need to Know. *Chronobiol Int, 14*(2), 221-229. doi:10.3109/07420529709001157

Reppert, S. M. (1985). Maternal entrainment of the developing circadian system. *Ann N Y Acad Sci, 453*, 162-169. doi:10.1111/j.1749-6632.1985.tb11808.x

Reppert, S. M., & Weaver, D. R. (1997). Forward Genetic Approach Strikes Gold: Cloning of a Mammalian Clock Gene. *Cell, 89*(4), 487-490. doi:10.1016/s0092-8674(00)80229-9

Richardson, A., Turnock, C., Harris, L. I. Z., Finley, A., & Carson, S. (2007). A study examining the impact of 12-hour shifts on critical care staff. *Journal of Nursing Management, 15*(8), 838-846. doi:10.1111/j.1365-2934.2007.00767.x

Richter, C. P. (1922). A behavioristic study of the activity of the rat. 1-55.

Riede, S. J., van der Vinne, V., & Hut, R. A. (2017). The flexible clock: predictive and reactive homeostasis, energy balance and the circadian regulation of sleep-wake timing. *J Exp Biol, 220*(Pt 5), 738-749. doi:10.1242/jeb.130757

Roberts, A. C., Christopoulos, G. I., Car, J., Soh, C. K., & Lu, M. (2016). Psycho-biological factors associated with underground spaces: What can the new era of cognitive neuroscience offer to their study? *Tunnelling and Underground Space Technology, 55*, 118-134.

Roenneberg, Pilz, Zerbini, & Winnebeck. (2019). Chronotype and Social Jetlag: A (Self-) Critical Review. *Biology, 8*(3), 54. doi:10.3390/biology8030054

Roenneberg, T. (2012). What is chronotype? *Sleep and Biological Rhythms, 10*(2), 75-76. doi:10.1111/j.1479-8425.2012.00541.x

Roenneberg, T., Allebrandt, K. V., Merrow, M., & Vetter, C. (2012). Social jetlag and obesity. *Curr Biol, 22*(10), 939-943. doi:10.1016/j.cub.2012.03.038

Roenneberg, T., Allebrandt, Karla V., Merrow, M., & Vetter, C. (2012). Social Jetlag and Obesity. *Current Biology, 22*(10), 939-943. doi:10.1016/j.cub.2012.03.038

Roenneberg, T., Daan, S., & Merrow, M. (2016). The Art of Entrainment. *J Biol Rhythms, 18*(3), 183-194. doi:10.1177/0748730403018003001

Roenneberg, T., & Foster, R. G. (1997). Twilight Times: Light and the Circadian System. *Photochemistry and Photobiology, 66*(5), 549-561. doi:10.1111/j.1751-1097.1997.tb03188.x

Roenneberg, T., Kantermann, T., Juda, M., Vetter, C., & Allebrandt, K. V. (2013). Light and the Human Circadian Clock. *217*, 311-331. doi:10.1007/978-3-642-25950-0_13

Roenneberg, T., Keller, L. K., Fischer, D., Matera, J. L., Vetter, C., & Winnebeck, E. C. (2015). Human Activity and Rest In Situ. *552*, 257-283. doi:10.1016/bs.mie.2014.11.028

Roenneberg, T., Wirz-Justice, A., & Merrow, M. (2003). Life between clocks: daily temporal patterns of human chronotypes. *J Biol Rhythms, 18*(1), 80-90. doi:10.1177/0748730402239679

Roenneberg, T., Wirz-Justice, A., & Merrow, M. (2016). Life between Clocks: Daily Temporal Patterns of Human Chronotypes. *J Biol Rhythms, 18*(1), 80-90. doi:10.1177/0748730402239679

Rosekind, M. R. (2005). Underestimating the societal costs of impaired alertness: safety, health and productivity risks. *Sleep Med, 6*, S21-S25. doi:10.1016/s1389-9457(05)80005-x

Rosenthal, N. E., Sack, D. A., Gillin, J. C., Lewy, A. J., Goodwin, F. K., Davenport, Y., . . . Wehr, T. A. (1984). Seasonal affective disorder. A description of the syndrome and preliminary findings with light therapy. *Arch Gen Psychiatry, 41*(1), 72-80. doi:10.1001/archpsyc.1984.01790120076010

Rosnet, E., Le Scanff, C., & Sagal, M.-S. (2016). How Self-Image and Personality Influence Performance in an Isolated Environment. *Environment and Behavior, 32*(1), 18-31. doi:10.1177/00139160021972414

Ross, J. K., Arendt, J., Horne, J., & Haston, W. (1995). Night-shift work in antarctica: Sleep characteristics and bright light treatment. *Physiol Behav, 57*(6), 1169-1174. doi:10.1016/0031-9384(95)00018-e

Rutters, F., Lemmens, S. G., Adam, T. C., Bremmer, M. A., Elders, P. J., Nijpels, G., & Dekker, J. M. (2014). Is social jetlag associated with an adverse endocrine, behavioral, and cardiovascular risk profile? *J Biol Rhythms, 29*(5), 377-383. doi:10.1177/0748730414550199

Sack, R. L. (2009). The pathophysiology of jet lag. *Travel Med Infect Dis, 7*(2), 102-110. doi:10.1016/j.tmaid.2009.01.006

Sallinen, M., Harma, M., Akerstedt, T., Rosa, R., & Lillqvist, O. (1998). Promoting alertness with a short nap during a night shift. *J Sleep Res, 7*(4), 240-247. doi:10.1046/j.1365-2869.1998.00121.x

Samel, A., Vejvoda, M., & Maass, H. (2004). Sleep deficit and stress hormones in helicopter pilots on 7-day duty for emergency medical services. *Aviat Space Environ Med, 75*(11), 935-940. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15558991

Sandal, G. M. (2000). Coping in Antarctica: is it possible to generalize results across settings? *Aviat Space Environ Med, 71*(9 Suppl), A37-43. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10993307

Sandal, G. M., van deVijver, F. J. R., & Smith, N. (2018). Psychological Hibernation in Antarctica. *Front Psychol, 9*. doi:10.3389/fpsyg.2018.02235

Santy, P. A. (1994). *Human evolution, behavior, and intelligence.Choosing the right stuff: The psychological selection of astronauts and cosmonauts*: Praeger Publishers/Greenwood Publishing Grou.

Sargent, C., Gebruers, C., & O'Mahony, J. (2017). A review of the physiological and psychological health and wellbeing of naval service personnel and the modalities used for monitoring. *Mil Med Res, 4*, 1. doi:10.1186/s40779-016-0112-3

Sauer, J., Hockey, G. R., & Wastell, D. G. (1999). Performance evaluation in analogue space environments: adaptation during an 8-month Antarctic wintering-over expedition. *Aviat*

Space Environ Med, 70(3 Pt 1), 230-235. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10102734

Schmidt, C., Collette, F., Cajochen, C., & Peigneux, P. (2007). A time to think: Circadian rhythms in human cognition. *Cognitive Neuropsychology, 24*(7), 755-789. doi:10.1080/02643290701754158

Schnell, A., Albrecht, U., & Sandrelli, F. (2014). Rhythm and mood: relationships between the circadian clock and mood-related behavior. *Behav Neurosci, 128*(3), 326-343. doi:10.1037/a0035883

Sidor, M. M., & McClung, C. A. (2014). Timing matters: using optogenetics to chronically manipulate neural circuitry and rhythms. *Frontiers in Behavioral Neuroscience, 8*. doi:10.3389/fnbeh.2014.00041

Silva, A., Simón, D., Pannunzio, B., Casaravilla, C., Díaz, Á., & Tassino, B. (2019). Chronotype-Dependent Changes in Sleep Habits Associated with Dim Light Melatonin Onset in the Antarctic Summer. *Clocks & Sleep, 1*(3), 352-366. doi:10.3390/clockssleep1030029

Silva, E. J., Wang, W., Ronda, J. M., Wyatt, J. K., & Duffy, J. F. (2010). Circadian and wake-dependent influences on subjective sleepiness, cognitive throughput, and reaction time performance in older and young adults. *Sleep, 33*(4), 481-490. doi:10.1093/sleep/33.4.481

Sivertsen, B., Lallukka, T., Salo, P., Pallesen, S., Hysing, M., Krokstad, S., & Simon, O. (2014). Insomnia as a risk factor for ill health: results from the large population-based prospective HUNT Study in Norway. *J Sleep Res, 23*(2), 124-132. doi:10.1111/jsr.12102

Smagula, S. F., Ancoli-Israel, S., Blackwell, T., Boudreau, R., Stefanick, M. L., Paudel, M. L., . . . Cauley, J. A. (2015). Circadian rest-activity rhythms predict future increases in depressive symptoms among community-dwelling older men. *Am J Geriatr Psychiatry, 23*(5), 495-505. doi:10.1016/j.jagp.2014.06.007

Smagula, S. F., DuPont, C. M., Miller, M. A., Krafty, R. T., Hasler, B. P., Franzen, P. L., & Roecklein, K. A. (2018). Rest-activity rhythms characteristics and seasonal changes in seasonal affective disorder. *Chronobiol Int, 35*(11), 1553-1559. doi:10.1080/07420528.2018.1496094

Smith-Coggins, R., Howard, S. K., Mac, D. T., Wang, C., Kwan, S., Rosekind, M. R., . . . Gaba, D. M. (2006). Improving alertness and performance in emergency department physicians and nurses: the use of planned naps. *Ann Emerg Med, 48*(5), 596-604, 604 e591-593. doi:10.1016/j.annemergmed.2006.02.005

Spati, J., Aritake, S., Meyer, A. H., Kitamura, S., Hida, A., Higuchi, S., . . . Mishima, K. (2015). Modeling circadian and sleep-homeostatic effects on short-term interval timing. *Front Integr Neurosci, 9*, 15. doi:10.3389/fnint.2015.00015

Spencer, S., Falcon, E., Kumar, J., Krishnan, V., Mukherjee, S., Birnbaum, S. G., & McClung, C. A. (2013). Circadian genes Period 1 and Period 2 in the nucleus accumbens regulate anxiety-related behavior. *Eur J Neurosci, 37*(2), 242-250. doi:10.1111/ejn.12010

Staddon, J. E. (2005). Interval timing: memory, not a clock. *Trends Cogn Sci, 9*(7), 312-314. doi:10.1016/j.tics.2005.05.013

Staner, L. (2003). Sleep and anxiety disorders. *Dialogues Clin Neurosci, 5*(3), 249-258. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22033804

Steine, S., Steine, K., Sandbaek, G., & Roseth, A. G. (2003). [A polar expedition in challenging circumstances--experiences and psychological reactions]. *Tidsskr Nor Laegeforen, 123*(24), 3524-3528. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14691490

Stephan, F. K. (2002). The "Other" Circadian System: Food as a Zeitgeber. *J Biol Rhythms, 17*(4), 284-292. doi:10.1177/074873002129002591

Stuster, J., Bachelard, C., & Suedfeld, P. (2000). The relative importance of behavioral issues during long-duration ICE missions. *Aviat Space Environ Med, 71*(9 Suppl), A17-25. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10993304

Suedfeld, P. (1991). Groups in Isolation and Confinement: Environments and Experiences. 135-146. doi:10.1007/978-1-4612-3012-0_14

Suedfeld, P. (2001). Applying positive psychology in the study of extreme environments. *Hum Perf Extrem Environ, 6*(1), 21-25. doi:10.7771/2327-2937.1020

Suedfeld, P. (2003). Canadian space psychology: The future may be almost here. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne, 44*(2), 85-92. doi:10.1037/h0086929

Suedfeld, P. (2005). Invulnerability, coping, salutogenesis, integration: four phases of space psychology. *Aviat Space Environ Med, 76*(6 Suppl), B61-66. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15943196

Suedfeld, P. (2010). Historical space psychology: Early terrestrial explorations as Mars analogues. *Planetary and Space Science, 58*(4), 639-645. doi:10.1016/j.pss.2009.05.010

Suedfeld, P. (2016). Polar Psychology. *Environment and Behavior, 23*(6), 653-665. doi:10.1177/0013916591236001

Suedfeld, P. (2018). Antarctica and space as psychosocial analogues. *Reach, 9-12*, 1-4. doi:10.1016/j.reach.2018.11.001

Suedfeld, P., Brcic, J., & Legkaia, K. (2009). Coping with the problems of space flight: Reports from astronauts and cosmonauts. *Acta Astronautica, 65*(3-4), 312-324. doi:10.1016/j.actaastro.2009.02.009

Suedfeld, P., & Steel, G. D. (2000). The Environmental Psychology of Capsule Habitats. *Annual Review of Psychology, 51*(1), 227-253. doi:10.1146/annurev.psych.51.1.227

Suedfeld, P., & Weiss, K. (2016). Antarctica. *Environment and Behavior, 32*(1), 7-17. doi:10.1177/00139160021972405

Sugden, D. (1989). Melatonin biosynthesis in the mammalian pineal gland. *Experientia, 45*(10), 922-932. doi:10.1007/BF01953049

Summa, K. C., & Turek, F. W. (2014). Chronobiology and Obesity: Interactions between Circadian Rhythms and Energy Regulation. *Advances in Nutrition, 5*(3), 312S-319S. doi:10.3945/an.113.005132

Sysoeva, Y. Y., & Verbitsky, E. V. (2015). Characteristics of sleep-related arousals depend on trait anxiety. *Dokl Biol Sci, 461*, 73-75. doi:10.1134/S0012496615020064

Tafforin, C. (2013). The Mars-500 crew in daily life activities: An ethological study. *Acta Astronautica, 91*, 69-76. doi:10.1016/j.actaastro.2013.05.001

Takeyama, H., Itani, T., Tachi, N., Sakamura, O., Murata, K., Inoue, T., . . . Niwa, S. (2009). Effects of a Modified Ambulance Night Shift System on Fatigue and Physiological Function among Ambulance Paramedics. *J Occup Health, 51*(3), 204-209. doi:10.1539/joh.L7040

Tamm, M., Uusberg, A., Allik, J., & Kreegipuu, K. (2014). Emotional modulation of attention affects time perception: evidence from event-related potentials. *Acta Psychol (Amst), 149*, 148-156. doi:10.1016/j.actpsy.2014.02.008

Tassino, B., Horta, S., Santana, N., Levandovski, R., & Silva, A. (2016). Extreme late chronotypes and social jetlag challenged by Antarctic conditions in a population of university students from Uruguay. *Sleep Science, 9*(1), 20-28. doi:10.1016/j.slsci.2016.01.002

Teicher, M. H. (1997). Circadian Rest-Activity Disturbances in Seasonal Affective Disorder. *Arch Gen Psychiatry, 54*(2), 124. doi:10.1001/archpsyc.1997.01830140034007

Thones, S., & Oberfeld, D. (2015). Time perception in depression: a meta-analysis. *J Affect Disord, 175*, 359-372. doi:10.1016/j.jad.2014.12.057

Tortello, C., Barbarito, M., Cuiuli, J. M., Golombek, D. A., E., V. D., & S.A., P. (2018). Psychological Adaptation to Extreme Environments: Antarctica as a Space Analogue. *Psychol Behav Sci Int J., 9*(4). doi: 10.19080/PBSIJ.2018.09.555768

Tortello, C., Folgueira, A., Nicolas, M., Cuiuli, J. M., Cairoli, G., Crippa, V., . . . Plano, S. A. (2020). Coping with Antarctic demands: Psychological implications of isolation and confinement. *Stress and Health*. doi:10.1002/smi.3006

Tosini, G., Fischer, D., Lombardi, D. A., Marucci-Wellman, H., & Roenneberg, T. (2017). Chronotypes in the US – Influence of age and sex. *PLoS One, 12*(6), e0178782. doi:10.1371/journal.pone.0178782

Turek, F. W. (2007). From circadian rhythms to clock genes in depression. *Int Clin Psychopharmacol, 22*(Supplement 2), S1-S8. doi:10.1097/01.yic.0000277956.93777.6a

Tysk, L. (1984). A longitudinal study of time estimation in psychotic disorders. *Percept Mot Skills, 59*(3), 779-789. doi:10.2466/pms.1984.59.3.779

Uhde, T. W., Cortese, B. M., & Vedeniapin, A. (2009). Anxiety and sleep problems: emerging concepts and theoretical treatment implications. *Curr Psychiatry Rep, 11*(4), 269-276. doi:10.1007/s11920-009-0039-4

Usui, A., Obinata, I., Ishizuka, Y., Okado, T., Fukuzawa, H., & Kanba, S. (2001). Seasonal changes in human sleep–wake rhythm in Antarctica and Japan. *Psychiatry and Clinical Neurosciences, 54*(3), 361-362. doi:10.1046/j.1440-1819.2000.00715.x

Værnes, R. J., Schønhardt, A., Sundland, H., & Thorsen, E. (1993). Chapter 5 General Description Of Isemsi: Technical Scenario, Selection Of Candidates, Operational Aspects, And Organization. *3*, 35-58. doi:10.1016/s1569-2574(08)60096-9

Vakoch, D. A. (2011). *Psychology of space exploration: Contemporary research in historical perspective* (Vol. 4411): Government Printing Office.

Valdez, P. (2019). Circadian Rhythms in Attention. *Yale J Biol Med, 92*(1), 81-92. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30923475

Valdez, P., Ramírez, & García, A. (2012). Circadian rhythms in cognitive performance: implications for neuropsychological assessment. *ChronoPhysiology and Therapy*, 81. doi:10.2147/cpt.s32586

van Maanen, L., van der Mijn, R., van Beurden, M. H. P. H., Roijendijk, L. M. M., Kingma, B. R. M., Miletić, S., & van Rijn, H. (2019). Core body temperature speeds up temporal processing and choice behavior under deadlines. *Sci Rep, 9*(1). doi:10.1038/s41598-019-46073-3

van Mill, J. G., Hoogendijk, W. J., Vogelzangs, N., van Dyck, R., & Penninx, B. W. (2010). Insomnia and sleep duration in a large cohort of patients with major depressive disorder and anxiety disorders. *J Clin Psychiatry, 71*(3), 239-246. doi:10.4088/JCP.09m05218gry

Van Reeth, O., Sturis, J., Byrne, M. M., Blackman, J. D., L'Hermite-Baleriaux, M., Leproult, R., . . . Van Cauter, E. (1994). Nocturnal exercise phase delays circadian rhythms of melatonin and thyrotropin secretion in normal men. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 266*(6), E964-E974. doi:10.1152/ajpendo.1994.266.6.E964

Vandewalle, G., Maquet, P., & Dijk, D. J. (2009). Light as a modulator of cognitive brain function. *Trends Cogn Sci, 13*(10), 429-438. doi:10.1016/j.tics.2009.07.004

Viens, M., De Koninck, J., Mercier, P., St-Onge, M., & Lorrain, D. (2003). Trait anxiety and sleep-onset insomnia: evaluation of treatment using anxiety management training. *J Psychosom Res, 54*(1), 31-37. doi:10.1016/s0022-3999(02)00568-8

Vigo, D. E., Tuerlinckx, F., Ogrinz, B., Wan, L., Simonelli, G., Bersenev, E., . . . Aubert, A. E. (2013). Circadian rhythm of autonomic cardiovascular control during Mars500 simulated mission to Mars. *Aviat Space Environ Med, 84*(10), 1023-1028. doi:10.3357/asem.3612.2013

Violant-Holz, V., Gallego-Jiménez, M. G., González-González, C. S., Muñoz-Violant, S., Rodríguez, M. J., Sansano-Nadal, O., & Guerra-Balic, M. (2020). Psychological Health and Physical Activity Levels during the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(24), 9419. doi:10.3390/ijerph17249419

Vyssoki, B., Kapusta, N. D., Praschak-Rieder, N., Dorffner, G., & Willeit, M. (2014). Direct effect of sunshine on suicide. *JAMA Psychiatry, 71*(11), 1231-1237. doi:10.1001/jamapsychiatry.2014.1198

Wang, Y., & Wu, R. (2015). Time Effects, Displacement, and Leadership Roles on a Lunar Space Station Analogue. *Aerosp Med Hum Perform, 86*(9), 819-823. doi:10.3357/amhp.4305.2015

Waterhouse, J. (2010). Circadian rhythms and cognition. *Prog Brain Res, 185*, 131-153. doi:10.1016/B978-0-444-53702-7.00008-7

Waterhouse, J., Reilly, T., & Atkinson, G. (1997). Jet-lag. *The Lancet, 350*(9091), 1611-1616. doi:10.1016/s0140-6736(97)07569-7

Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *J Pers Soc Psychol, 54*(6), 1063-1070. doi:10.1037//0022-3514.54.6.1063

Wegener, C., Steinach, M., Kohlberg, E., Maggioni, M. A., Mendt, S., Opatz, O., . . . Gunga, H.-C. (2016). Sleep Quality Changes during Overwintering at the German Antarctic Stations Neumayer II and III: The Gender Factor. *PLoS One, 11*(2), e0150099. doi:10.1371/journal.pone.0150099

Weibel, L., & Brandenberger, G. (2016). Disturbances in Hormonal Profiles of Night Workers during Their Usual Sleep and Work Times. *J Biol Rhythms, 13*(3), 202-208. doi:10.1177/074873098129000048

Welsh, D. K., Logothetis, D. E., Meister, M., & Reppert, S. M. (1995). Individual neurons dissociated from rat suprachiasmatic nucleus express independently phased circadian firing rhythms. *Neuron, 14*(4), 697-706. doi:10.1016/0896-6273(95)90214-7

Westrin, A., & Lam, R. W. (2007). Seasonal affective disorder: a clinical update. *Ann Clin Psychiatry, 19*(4), 239-246. doi:10.1080/10401230701653476

Weymouth, W., & Steel, G. D. (2013). Sleep patterns during an antarctic field expedition. *Mil Med, 178*(4), 438-444. doi:10.7205/MILMED-D-12-00447

Weymouth, W., & Steel, G. D. (2013). Sleep Patterns During an Antarctic Field Expedition. *Mil Med, 178*(4), 438-444. doi:10.7205/milmed-d-12-00447

Wiener, M., Lee, Y.-S., Lohoff, F. W., & Coslett, H. B. (2014). Individual differences in the morphometry and activation of time perception networks are influenced by dopamine genotype. *Neuroimage, 89*, 10-22. doi:10.1016/j.neuroimage.2013.11.019

Wilson, P. A., Hansen, N. B., Tarakeshwar, N., Neufeld, S., Kochman, A., & Sikkema, K. J. (2008). Scale development of a measure to assess community-based and clinical intervention group environments. *Journal of Community Psychology, 36*(3), 271-288. doi:10.1002/jcop.20193

Wittmann, M., Dinich, J., Merrow, M., & Roenneberg, T. (2006). Social jetlag: misalignment of biological and social time. *Chronobiol Int, 23*(1-2), 497-509. doi:10.1080/07420520500545979

Wong, P. M., Hasler, B. P., Kamarck, T. W., Muldoon, M. F., & Manuck, S. B. (2015). Social Jetlag, Chronotype, and Cardiometabolic Risk. *J Clin Endocrinol Metab, 100*(12), 4612-4620. doi:10.1210/jc.2015-2923

Wright, K. P., Lowry, C. A., & Lebourgeois, M. K. (2012). Circadian and wakefulness-sleep modulation of cognition in humans. *Front Mol Neurosci, 5*, 50. doi:10.3389/fnmol.2012.00050

Wright, Kenneth P., McHill, Andrew W., Birks, Brian R., Griffin, Brandon R., Rusterholz, T., & Chinoy, Evan D. (2013). Entrainment of the Human Circadian Clock to the Natural Light-Dark Cycle. *Current Biology, 23*(16), 1554-1558. doi:10.1016/j.cub.2013.06.039

Yamanaka, Y., Hashimoto, S., Tanahashi, Y., Nishide, S.-y., Honma, S., & Honma, K.-i. (2010). Physical exercise accelerates reentrainment of human sleep-wake cycle but not of plasma

melatonin rhythm to 8-h phase-advanced sleep schedule. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 298*(3), R681-R691. doi:10.1152/ajpregu.00345.2009

Yoneyama, S., Hashimoto, S., & Honma, K. (1999). Seasonal changes of human circadian rhythms in Antarctica. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 277*(4), R1091-R1097. doi:10.1152/ajpregu.1999.277.4.R1091

Yoo, S. H., Yamazaki, S., Lowrey, P. L., Shimomura, K., Ko, C. H., Buhr, E. D., . . . Takahashi, J. S. (2004). PERIOD2::LUCIFERASE real-time reporting of circadian dynamics reveals persistent circadian oscillations in mouse peripheral tissues. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 101*(15), 5339-5346. doi:10.1073/pnas.0308709101

Zanini, A., Ciancio, V., Laurenza, M., Storini, M., Esposito, A., Terrazas, J. C., . . . Di Giovan, G. (2017). Environmental radiation dosimetry at Argentine Antarctic Marambio Base (64 degrees 13' S, 56 degrees 43' W): preliminary results. *J Environ Radioact, 175-176*, 149-157. doi:10.1016/j.jenvrad.2017.04.011

Zeitzer, J. M., Dijk, D. J., Kronauer, R., Brown, E., & Czeisler, C. (2000). Sensitivity of the human circadian pacemaker to nocturnal light: melatonin phase resetting and suppression. *J Physiol, 526 Pt 3*, 695-702. doi:10.1111/j.1469-7793.2000.00695.x

Zhang, Z., Cajochen, C., & Khatami, R. (2019). Social Jetlag and Chronotypes in the Chinese Population: Analysis of Data Recorded by Wearable Devices. *J Med Internet Res, 21*(6), e13482. doi:10.2196/13482

Zheng, G., Li, K., Bu, W., & Wang, Y. (2019). The Effects of Indoor High Temperature on Circadian Rhythms of Human Work Efficiency. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 16*(5), 759. doi:10.3390/ijerph16050759

Zisapel, N. (2007). Sleep and sleep disturbances: biological basis and clinical implications. *Cellular and Molecular Life Sciences, 64*(10), 1174-1186. doi:10.1007/s00018-007-6529-9