



Universitat
de les Illes Balears

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

CAMBIOS DEL RITMO SUEÑO-VIGILIA, ANSIEDAD Y CALIDAD DEL SUEÑO EN ADOLESCENTES EN ETAPA ESCOLAR DURANTE EL PERIODO DE EXÁMENES

Jaime Capó Rodríguez

Máster Universitario de Neurociencias

Centro de Estudios de Postgrado

Año Académico 2021-22

CAMBIOS DEL RITMO SUEÑO-VIGILIA, ANSIEDAD Y CALIDAD DEL SUEÑO EN ADOLESCENTES EN ETAPA ESCOLAR DURANTE EL PERIODO DE EXÁMENES

Jaime Capó Rodríguez

Trabajo de Fin de Máster

Centro de Estudios de Postgrado

Universidad de las Illes Balears

Año Académico 2021-22

Palabras clave del trabajo:

Ritmos circadianos, calidad de sueño, ansiedad percibida, luz, adolescentes

Nombre Tutor/Tutora del Trabajo: Dr. José Ángel Rubiño Díaz

Nombre Tutor/Tutora: Dra. M. Cristina Nicolau Llobera

AGRADECIMIENTOS	1
ÍNDICE	
RESUMEN	2
ABSTRACT	2
ABREVIATURAS	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. RITMOS CIRCADIANOS Y SISTEMA CIRCADIANO.....	4
1.2. LA LUZ COMO ZEITGEBER.....	5
1.3. RITMO CIRCADIANO SUEÑO-VIGILIA.....	7
1.4. RITMO SUEÑO-VIGILIA Y CALIDAD DE SUEÑO EN ADOLESCENTES EN ETAPA ESCOLAR ...	7
1.4.1. Efectos de la luz incidente en las escuelas sobre el ritmo sueño-vigilia y la calidad de sueño.....	8
1.4.2. Impacto de la ansiedad ante los exámenes en el ritmo sueño-vigilia y la calidad de sueño.....	10
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	11
2.1. HIPÓTESIS.....	11
2.2. OBJETIVO GENERAL.....	11
2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3. MATERIAL Y MÉTODOS	12
3.1. DISEÑO	12
3.2. PARTICIPANTES	12
3.2.1. Criterios de selección.....	12
3.3. INSTITUCIÓN.....	13
3.3.1. Selección de las aulas.....	13
3.4. MATERIALES E INSTRUMENTOS.....	15
3.4.1. Registro de los parámetros cronobiológicos.....	15
3.4.2. Evaluación de los niveles de ansiedad.....	16
3.4.3. Evaluación de la calidad de sueño.....	17
3.5. PROCEDIMIENTO.....	18
3.6. ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	19
3.7. ASPECTOS ÉTICOS Y SEGURIDAD DE LOS DATOS	19
4. RESULTADOS	20
4.1. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS CIRCADIANOS DEL RITMO DE TEMPERATURA PERIFÉRICA Y ACTIVIDAD MOTORA.....	20
4.1.1. Intensidad de luz incidente en el periodo sin y con exámenes.....	22
4.2. ANÁLISIS DE LA ANSIEDAD DE ESTADO Y DE RASGO DE LOS PARTICIPANTES.....	23
4.3. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SUEÑO DE LOS PARTICIPANTES.....	23
4.4. CORRELACIONES ANSIEDAD DE ESTADO Y SUEÑO	25

5.DISCUSIÓN	26
6. LIMITACIONES Y DIFICULTADES	30
7. PERSPECTIVAS DE FUTURO.....	31
8. CONCLUSIONES.....	32
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
10. ANEXOS	40

AGRADECIMIENTOS

Para comenzar, quiero agradecer a los dos tutores del trabajo, José Ángel y Cristina, todo el apoyo mostrado durante la elaboración del presente estudio. Este trabajo no habría sido posible sin su ayuda, esfuerzo y dedicación. Gracias por enseñarme tanto en tan poco tiempo. También quiero agradecer a todos los miembros de Sant Josep Obrer II de Palma por facilitarme tanto el proceso de mediciones con los alumnos (director del centro, director pedagógico, profesorado, servicios de portería y mantenimiento,...) y mostrarme su total disponibilidad para lo que hiciera falta. Por otro lado, quiero agradecer a mi familia y amigos todos sus mensajes positivos durante estos años. A mi madre y a mi padre por apoyarme en los buenos y en los malos momentos. Dando siempre un punto de vista distinto a cada situación para ayudarme a seguir adelante. Y en especial, a Silvia que sin su paciencia, cariño y apoyo no habría sido capaz de terminar muchos de los retos en los que me he embarcado.

RESUMEN

En los seres humanos existen variaciones de tipo cíclico en las funciones fisiológicas conocidos como ritmos biológicos que están influenciados por la acción de los componentes del sistema circadiano: sincronizadores externos o *zeitgebers*, núcleos supraquiasmáticos y respuestas fisiológicas y conductuales. Con el paso del tiempo puede evidenciarse un cambio degenerativo neuronal en los núcleos supraquiasmáticos a causa del envejecimiento. Si además existe una disfunción de los sincronizadores externos, esto puede conllevar alteraciones de los ritmos circadianos. El ritmo sueño-vigilia es uno de los ritmos más afectados y puede repercutir de forma directa a la calidad del sueño. El objetivo del presente estudio es analizar los parámetros cronobiológicos del ritmo sueño-vigilia, la ansiedad percibida y la calidad del sueño en periodos sin y con exámenes en una población escolar para aulas con distinta intensidad lumínica. Se trata de un estudio observacional transversal con 39 estudiantes de secundaria (12-16 años), del colegio Sant Josep Obrer II de Palma, que acudían de forma alternativa al centro escolar debido a la situación de semipresencialidad implantada a causa de la situación sanitaria por la COVID-19. Se analizaron los parámetros circadianos de los ritmos de temperatura periférica y actividad motora; y la intensidad a la exposición lumínica con el dispositivo Kronowise KW6. Además, se analizó la ansiedad de estado y rasgo mediante el Cuestionario de Autoevaluación Ansiedad de Estado-Ansiedad de Rasgo para Niños (STAIC). Y finalmente, la calidad del sueño por medio del Cuestionario de Oviedo de Sueño (COS) y el Software Actiwatch Sleep Analysis 2001. Se concluye que durante el periodo de exámenes hay mejores resultados en los parámetros circadianos del ritmo de temperatura periférica que en la época sin exámenes. También hay diferencias significativas en la ansiedad de estado durante la época de exámenes frente a la de no exámenes. Finalmente se observa que el alumnado presenta mejor calidad de sueño en el periodo de exámenes en comparación con el periodo sin exámenes. Este hecho puede deberse, o bien a la influencia de la rutina o disciplina implantada por los padres, o a la propia disciplina del alumno ante la proximidad de un examen o una prueba evaluativa.

Palabras clave: ritmos circadianos, ansiedad percibida, calidad de sueño, luz, adolescentes.

ABSTRACT

In humans there are cyclical variations in physiological functions known as biological rhythms. These are influenced by the action of the components of the circadian system: external synchronizers or *zeitgebers*, suprachiasmatic nuclei and physiological and behavioral responses. With the passage of time, a neuronal degenerative change can be evidenced in the suprachiasmatic nuclei due to aging. If there is also a dysfunction of the external synchronizers, this can lead to alterations in circadian rhythms. The sleep-wake rhythm is one of the most affected rhythms and can directly affect the quality of sleep. The objective of this study is to analyze the chronobiological parameters of the sleep-wake rhythm, perceived anxiety and sleep quality in periods without and with exams in a school population for classrooms with different light intensity. This is a cross-sectional observational study with 39 secondary school students (12-16 years old), from the Sant Josep Obrer II school in Palma, who attended the school alternatively due to the situation of blended attendance implemented due to the health situation due to the COVID-19. Circadian parameters of peripheral temperature rhythms and motor activity were analyzed; and intensity to light exposure with the Kronowise KW6 device. In addition, state and trait anxiety was analyzed using the State Anxiety-Trait Anxiety Self-Assessment Questionnaire for Children (STAIC). And also, the quality of sleep through the Oviedo Sleep Questionnaire (COS) and the Software Actiwatch Sleep Analysis 2001. It concludes that during the examination period there are better results in the circadian parameters of the peripheral temperature rhythm than in the period without examinations. There are also significant differences in state anxiety during the examination period compared to the period of no examinations. Finally, it is observed that the students have a better quality of sleep in the exam period compared to the period without exams. This fact may be either due to the influence of the routine or discipline imposed by the parents or to or to the student's own discipline by the proximity of an exam or an evaluative test.

Keywords: circadian rhythms, perceived anxiety, sleep quality, light, adolescent.

ABREVIATURAS

ABREVIATURA	NOMBRE COMPLETO
A-E	Ansiedad de Estado
AM	Actividad Motora
A-R	Ansiedad de Rasgo
CFI	Índice de la Función Circadiana
COS	Cuestionario de Oviedo de Sueño
D	Despertares
DSPS	Delayed Sleep Phase Syndrome
EX	Exámenes
F	Fragmentación del Sueño
H	Hipersomnio
I	Insomnio
IL	Intensidad de luz incidente
IS	Índice de Estabilidad Interdiaria
IV	Índice de Variación Intradía
LAT	Latencia de Sueño
MESOR	Midline Estimating Statistic Of Rhythm
NSQ	Núcleo Supraquiasmático
RA	Amplitud Relativa
SSS	Satisfacción Subjetiva de Sueño
STAIC	Cuestionario de Autoevaluación Ansiedad de Estado- Ansiedad de Rasgo para Niños
TCC	Temperatura Corporal Central
TP	Temperatura Periférica
TS	Tiempo de Sueño

1. INTRODUCCIÓN

1.1. RITMOS CIRCADIANOS Y SISTEMA CIRCADIANO

Los ritmos biológicos son variaciones cíclicas de las funciones fisiológicas, neuroquímicas y conductuales (Hastings, 1997). La forma habitual de los seres humanos en el mundo implica, desde la primera infancia, la sincronización con los ritmos dialécticos de la vida. Estos incluyen "tiempos" ambientales tales como ciclos de vigilia-sueño, secreciones de hormonas ultradianos, circadianos y otras actividades corporales. Estos ritmos biológicos están influenciados por los ritmos temporales y geofísicos, lunares y solares. Además, en términos de la vida interpersonal compleja, por patrones de vida familiar, horarios de trabajo y costumbres sociales (Arendt et al., 1998). Los ritmos biológicos se definen como variaciones regulares de una función orgánica relacionada con el curso del tiempo (Torres et al., 2013). Dentro de los ritmos biológicos, los ritmos circadianos son aquellos en los que un ciclo completo tiene un periodo de duración de alrededor de 24 horas. También, existen los ritmos ultradianos (menos de 24 h), e infradianos (mayores de 24 h) y ritmos estacionales o circanuales (aproximadamente 1 año). Los ritmos circadianos están sincronizados con el ciclo día-noche y su influencia está presente en múltiples procesos de nuestra vida, desde la regulación del sueño durante la noche hasta la organización de nuestras actividades durante el día, siendo la luz el principal regulador ambiental, fomentando de forma indirecta la vigilia durante su presencia y el sueño durante la fase de oscuridad (Minors & Waterhouse 2013).

El sistema circadiano (SC) es el encargado de generar, mantener y sincronizar con el medio ambiente los ritmos circadianos del organismo. Todos los mamíferos presentan características similares en sus sistemas circadianos. Estos sistemas se ven afectados directamente por cambios de tipo cíclico como resultado del movimiento de rotación y translación terrestre. *El reloj biológico o marcapasos circadiano* se sitúa en la parte medial del hipotálamo, concretamente en los núcleos supraquiasmáticos (NSQ). En ausencia de una estimulación de la luz ambiental este circuito se retroalimenta y autorregula mediante un sistema de transcripción-transducción generando ciclos algo superiores a 24h (Reppert & Weaver, 2001). Adicionalmente, en todos los órganos y tejidos existen osciladores periféricos capaces de generar ritmos localmente y coordinados por los NSQ (Stokkan, 2001). Existen estímulos ambientales externos que tienen la capacidad de modificar el reloj endógeno. Estos son conocidos con el nombre de *zeitgebers*. El *zeitgeber* con mayor influencia en los NSQ es el ciclo luz-oscuridad. El SC está organizado mediante otros dos componentes: 1) **las vías de entrada**, que comunican las señales cíclicas ambientales con los marcapasos endógenos, siendo la más importante la vía fótica (originada en las células ganglionares fotosensibles de la retina, ipRGC) y 2) **las vías de salida**, que constituyen la expresión externa de la actividad de los relojes biológicos (Figura 1).

Las señales cíclicas ambientales constituyen los *sincronizadores externos* o *zeitgebers*, entre ellos, el ciclo luz-oscuridad es el más importante y el que es capaz de encarrilar los ritmos generados por el NSQ. Otras señales como los factores sociales, el rendimiento, la temperatura, la actividad motora y los horarios de ingesta son también potentes sincronizadores en la especie humana (Soria & Urretavizcaya, 2009). En cuanto a *las salidas del SC* lo constituyen los ritmos comportamentales como el del ritmo sueño-vigilia, ritmos hormonales como la secreción de melatonina y cortisol o fisiológicos como el ritmo de temperatura corporal, así como respuestas emocionales (Garaulet, 2010). Adicionalmente, algunas salidas pueden funcionar a su vez como entradas a modo de mecanismos de retroalimentación, por ejemplo, los horarios de sueño y de comidas, la actividad física, etc.

El NSQ tiene ritmicidad endógena con una periodicidad algo mayor de 24 h (24,5-28h) (Aschoff, 1976) y además presenta variaciones individuales (Czeisler, 1999) por ello debe sincronizarse diariamente con el entorno.

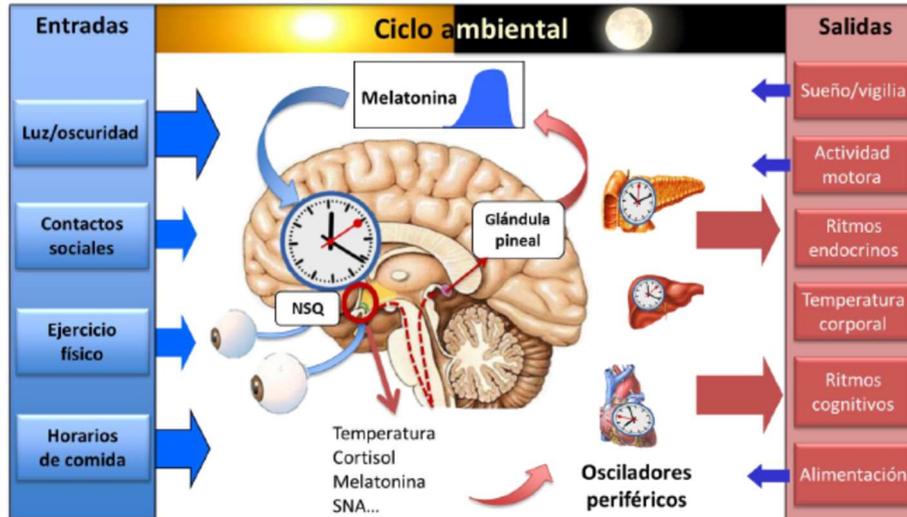


Figura 1. Organización general del sistema circadiano de los mamíferos en condiciones naturales (extraído y modificado de J Madrid-Navarro et al., 2015).

1.2. LA LUZ COMO ZEITGEBER

La parte de la radiación electromagnética que se percibe por el ojo humano se denomina luz (Walton & Reyes, 1983). La luz es una onda electromagnética, es decir, está compuesta por un campo eléctrico y un campo magnético que oscilan con una frecuencia determinada. El término luz es también conocido como espectro electromagnético en el campo de la física. Este espectro abarca desde la radiación de menor longitud de onda como son los rayos gamma y los rayos X, hasta la radiación de mayor longitud de onda como son las ondas de radio. En el término medio se encuentra la radiación ultravioleta, la luz visible y la radiación infrarroja (Ordóñez, 2012) (Figura 2).

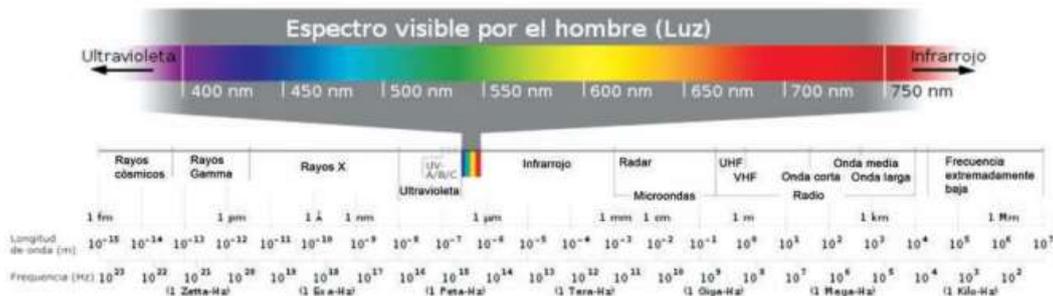


Figura 2. Espectro visible por el ser humano (extraído de Ordóñez, 2012).

Dentro del espectro visible (380-780 nanómetros, nm) se encuentran la luz blanca y la luz azul. La entrada de luz al SC es la captada por un tipo de fotorreceptores retinianos distintos a los conos y bastones (información visual), las células ganglionares de la retina (CGR), provistas del pigmento melanopsina, que proyectan a los NSQ mediante el tracto retinohipotalámico y a otras zonas relacionadas con la sincronización circadiana y con la regulación del ritmo sueño-vigilia (Golombek & Rosenstein, 2010; LeGates et al., 2014). Estas células responden principalmente a las longitudes de onda correspondientes al color azul (460-480 nm), la cual produce la inhibición de la secreción de melatonina por parte de la glándula pineal.

La glándula pineal, situada en la parte superior del III ventrículo (Figura 3), es la responsable de la producción de la hormona mediadora en la regulación de los ritmos circadianos, la melatonina, llamada también “hormona de la oscuridad” por su máxima secreción en ausencia de luz y que promueve, entre otras funciones, inducir el sueño (Guerrero et al, 2007).

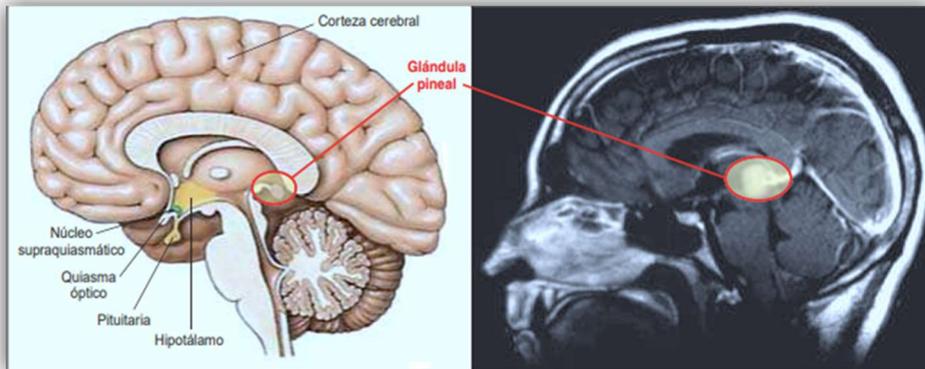


Figura 3. Localización de la glándula pineal. Esta deriva del tubo neural y se localiza entre el mesencéfalo y el diencefalo (extraído y modificado de Guerrero et al., 2007).

Durante la noche, los NSQ envían señales neuronales que se proyectan sobre la glándula pineal mediante la vía retino-hipotalámico-pineal constituida por los núcleos hipotalámicos y paraventriculares, las células intermediolaterales y el ganglio cervical superior, que provocan en la glándula pineal la secreción de noradrenalina durante la noche. Será la unión de la noradrenalina con sus receptores específicos en las membranas de los pinealocitos (las células de la glándula pineal que segregan la melatonina) lo que va a promover la secreción de melatonina (Witt-Enderby et al., 2003; Guerrero et al., 2007). La melatonina se sintetiza a partir del triptófano del torrente sanguíneo. Este es hidroxilado y descarboxilado a serotonina; después la N-acetilación y O-metilación convierte la serotonina a melatonina (Torres et al., 2013). Cuando se ha sintetizado la melatonina se libera al sistema vascular y su metabolización es muy rápida (Simonneaux & Ribelayga, 2003) (Figura 4).

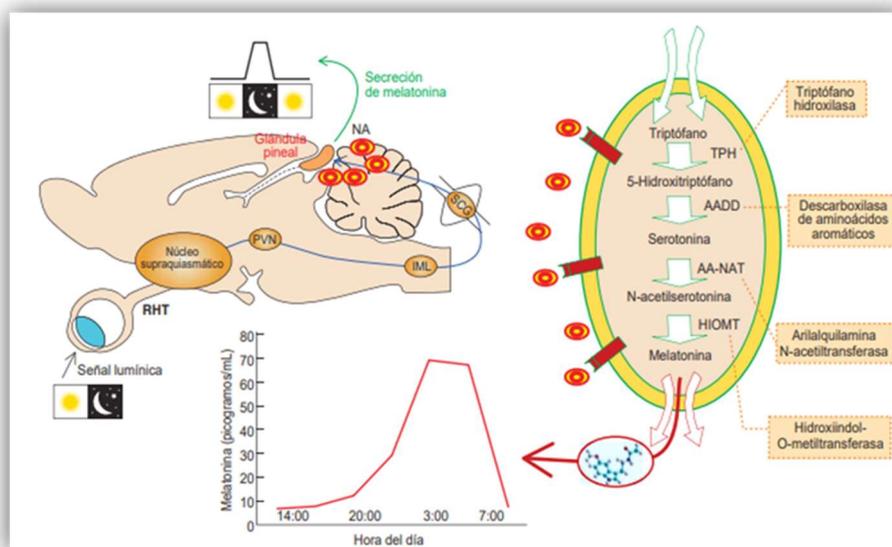


Figura 4. Proceso de secreción de melatonina, desde la recepción de la luz por parte de la retina hasta finalizar con la liberación de la hormona en el torrente sanguíneo. Esto se lleva a cabo, con la participación del nervio óptico, el núcleo supraquiasmático y el ganglio cervical superior, en un proceso de cuatro fases (extraído de Guerrero et al., 2007).

Antiguamente se consideraba que la melatonina era únicamente una hormona producida en la glándula pineal. Actualmente, existen estudios que sugieren que también se sintetiza en órganos extrapineales. Es el caso del cerebelo, el tracto gastrointestinal y el sistema inmunitario (Guerrero et al., 2007). La melatonina tiene importantes propiedades cronobióticas con la capacidad de regular el ritmo circadiano, siendo fundamental en la regulación natural del ciclo sueño-vigilia (Guerrero et al., 2007).

1.3. RITMO CIRCADIANO SUEÑO-VIGILIA

El ritmo sueño-vigilia es la salida comportamental más evidente del sistema circadiano. No obstante, este ritmo no está regulado exclusivamente por el SC, sino por la interacción entre diversos componentes. Así, la regulación del sueño depende, principalmente, de la interacción entre el propio SC, encargado de promover la vigilia durante el día y el sueño durante la noche (proceso circadiano), y un proceso homeostático por el cual la presión por dormir aumentaría a medida que transcurre el tiempo tras el despertar, alcanzando su máximo por la noche y disipándose durante el sueño (Borbély, 1982; Daan et al, 1984). Se habla de un tercer componente, aparte del circadiano y homeostático, la inercia del sueño o somnolencia residual experimentada tras un periodo de sueño (Kräuchi et al, 2004).

En el ritmo sueño-vigilia la temperatura corporal central (TCC) es uno de los parámetros que mejor define los periodos de vigilia y de sueño. Los valores de temperatura corporal disminuyen durante el periodo de sueño y empiezan a aumentar con el inicio de la vigilia, constituyendo así uno de los principales marcadores cronobiológicos del ritmo sueño vigilia junto al ritmo de actividad-reposo (Marino et al., 2013). Algunos autores (Sarabia et al., 2008; Martínez-Nicolas et al, 2013) han demostrado que la temperatura periférica (TP) era un mejor indicador del inicio del periodo de sueño que la TCC, dado su factor anticipador en forma de somnolencia que cursa con un incremento de la temperatura de la piel. Por otro lado, el periodo de sueño se relaciona con un estado de inmovilidad, a diferencia de lo que habitualmente ocurre en la vigilia. La actigrafía es un método útil y válido para medir el ritmo sueño-vigilia, principalmente el tiempo total de sueño y la vigilia después del inicio del sueño (Marino et al., 2013). El ritmo de actividad-reposo y el ritmo de TP son buenos indicadores del ritmo sueño-vigilia y pueden ser fácilmente evaluables con métodos fiables y no invasivos (Martínez-Nicolas et al., 2013; Rubiño et al., 2017).

1.4. RITMO SUEÑO-VIGILIA Y CALIDAD DE SUEÑO EN ADOLESCENTES EN ETAPA ESCOLAR

Se ha demostrado que al inicio de la pubertad se produce un cambio del ritmo sueño-vigilia, el cual se suele prolongar, frecuentemente, durante una buena parte de la adolescencia y que se manifiesta por una tendencia a un inicio más tardío del sueño, un aumento del requerimiento total de sueño, y un aumento en la somnolencia diurna como consecuencia de los dos anteriores (Estevan, 2021; Carskadon et al, 1993; Hagenauer et al., 2012). Este desajuste del ritmo sueño-vigilia es característico y puntual en la etapa adolescente, como lo es el avance de fase (inicio del sueño más temprano y disminución del requerimiento total de sueño), que ocurre en el envejecimiento. En ocasiones el problema es más acuciante y puede devenir en el *síndrome de retraso de fase* (DSPS, por las siglas en inglés), con una elevada prevalencia en la adolescencia (Sateia, 2014).

Cambios en la fase del sueño, ya sea retrasado o avanzado, se asocian generalmente con una insuficiencia crónica del sueño y una tendencia acusada a la somnolencia diurna (García et al., 2001).

1.4.1. Efectos de la luz incidente en las escuelas sobre el ritmo sueño-vigilia y la calidad de sueño

En las escuelas, el desajuste del ritmo sueño-vigilia, con frecuencia, se acentúa por la exposición insuficiente a la luz diurna, con horarios escolares alargados que limitan la exposición a la luz natural y por la insuficiente iluminación de las aulas.

Este último aspecto, si bien no se ha analizado lo suficiente, si se sabe de la importancia que las aulas tengan asegurada la intensidad de iluminación necesaria para favorecer el impacto que la luz tiene sobre la capacidad de concentración, el grado de alerta, la atención y en general el aprendizaje (Norazman, 2018; Choi, 2016; Samani, S. 2011; Wienold, 2006). Este aspecto tiene más relevancia la hora de analizar el ritmo sueño vigilia por la influencia de la luz como sincronizador y el impacto sobre la calidad de sueño.

Además, se ha demostrado que no solo es importante la intensidad lumínica, sino el tipo de luz y la temperatura (fría o cálida) a la hora de analizar su repercusión sobre el aprendizaje o el estado emocional (Winterbottom et al., 2009). En un experimento realizado por el grupo de Barkmann se colocaron focos de luz variable en las aulas (iluminación dinámica), es decir luz que cambia su intensidad y saturación durante el día, en aulas de colegios. Los resultados concluyeron que los estudiantes presentaban una concentración y velocidad lectora incrementada (Barkmann et al., 2012). Cada vez se da más importancia a los sistemas de luz dinámica entre luz fría y luz cálida según la hora del día y las estancias (la luz cálida promueve el descanso, la luz fría aumenta el estado de alerta) (Morrow, 2018). Los LED de luz fría se han convertido en la opción de iluminación más actual debido a su óptima eficiencia a nivel energético frente a los fluorescentes, teniendo un impacto en positivo en la actitud, el estado de alerta y el nivel de energía.

Por otro lado, los horarios de entrada a las aulas con frecuencia se adelantan a partir de la pubertad, lo que hace que el desajuste entre el horario escolar matutino y la preferencia vespertina de los adolescentes agrave la situación (Touitou, 2013; Solari, 2015). Si consideramos que en la pubertad y adolescencia el pico de melatonina se produce alrededor de las 23:00-00:00h la mejor hora para despertar en la etapa de la adolescencia es entre las 9h y las 11h de la mañana, incompatible con los horarios de los centros escolares que se sitúa frecuentemente a las 8:00h (Hagenauer, 2009) La figura 5 muestra los horarios de sueño y despertar en relación con las alteraciones de fase del ritmo sueño-vigilia en niños y adolescentes (Ferber, 2016).

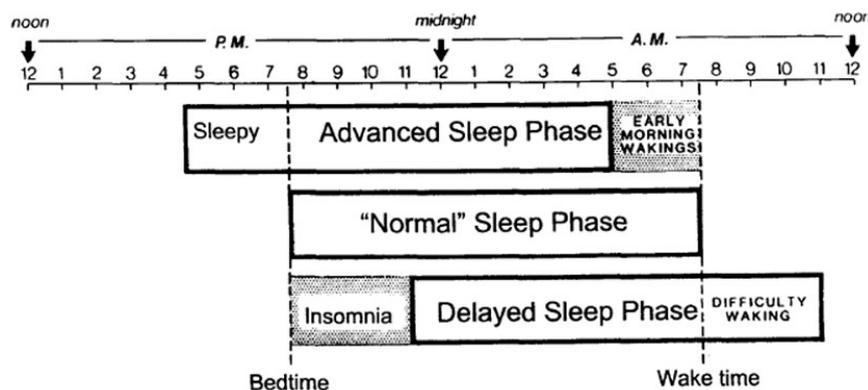


Figura 5. Horarios de sueño y despertar en relación con las alteraciones del ritmo sueño-vigilia. La fase de sueño normal en niños sería de 7:30 P.M. hasta las 7:30 A.M., los niños con fase de sueño avanzada tendrían sueño de 4:30 P.M. hasta las 7:30 P.M. y se despertaría espontáneamente a las 5 A.M. y los niños con fase de sueño retrasada no puede conciliar el sueño hasta las 11 P.M. y se despertaría espontáneamente a las 11 A.M. si pudiera hacerlo (extraído de Ferber, 2006).

Los adolescentes con DSWPD experimentan un mayor desajuste entre los ritmos biológicos y sociales; duermen menos en los días de colegio y reportan más exceso de sueño durante los fines de semana. Se denomina que poseen *jetlag social* porque es comparable al jetlag pero a diferencia de éste, el *jetlag social* es permanente y puede tener graves consecuencias para la salud (Touitou, 2013).

Por tanto, las repercusiones sobre el rendimiento académico y cognitivo son más graves y peores en las jóvenes que en los jóvenes (Díaz-Morales, 2015). Los hábitos y el entorno social, de preferencia nocturna del adolescente, acrecientan el desajuste, como el uso de dispositivos electrónicos y especialmente las actividades de Internet y teléfonos móviles relacionadas con las redes sociales a la hora de acostarse, así como otras actividades (Bruni et al, 2015; Czeisler, 2016). De tal manera que se da una convergencia entre el cambio biológico a la vespertinidad, mayor tolerancia a la presión del sueño y un mayor uso de la tecnología (Cain, 2010; Roennberg, 2004).

El déficit de sueño y la somnolencia diurna puede conllevar repercusiones serias sobre el aprendizaje y rendimiento académico, una mayor irritabilidad y un incremento del absentismo escolar, sobre todo por las mañanas. El índice de depresión, ansiedad, problemas de conducta e hiperactividad es elevado y se produce una mayor incidencia en el uso y abuso de sustancias (Carskadon et al, 1993; Solari, 2015). Las consecuencias sobre el rendimiento cognitivo pueden ser muy evidentes: 1) Somnolencia diurna excesiva con dificultad para madrugar y facilidad para quedarse dormido en clase, 2) Cansancio que implica disminución de la motivación e influye en la dificultad de iniciar algunas actividades, 3) Cambios emocionales que incluye irritabilidad, mal humor, poca tolerancia a la frustración y aumento de la incidencia de ansiedad y depresión y, 4) Problemas de atención y rendimiento (Dahl et al., 1999). Actualmente se propone que una parte del aumento de la somnolencia diurna de los adolescentes no puede atribuirse simplemente a la reducción del sueño debido a horarios de sueño restringidos, sino que podría ser debido a la reorganización del cerebro adolescente impulsada por la poda sináptica, que disminuye la intensidad de la actividad cerebral de vigilia (Campbell et al., 2017).

Considerando este contexto, Carskadon (2011) estableció el modelo “The perfect Storm” que reúne los factores negativos que confluyen durante la adolescencia, reduciendo la calidad del sueño de los adolescentes (Figura 6). Hay una larga lista de consecuencias negativas a un sueño insuficiente en la edad escolar: desde somnolencia y falta de concentración, hasta un bajo rendimiento académico, cambios de humor y falta de motivación.

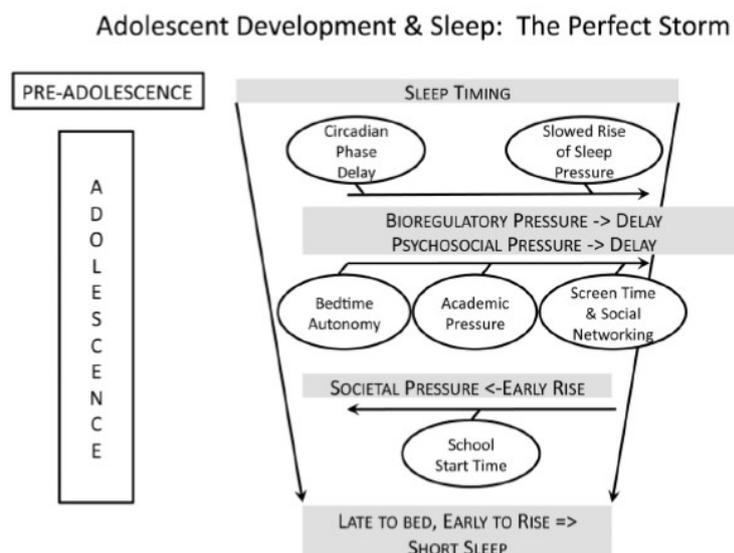


Figura 6. Representación de la evolución del tiempo de sueño en la pre-adolescencia y adolescencia del alumnado de un instituto. Se aprecia la contraposición generada entre el retraso de la hora de sueño y la hora temprana del inicio de los horarios académicos (extraído de Carskadon et al., 2011)

Por otra parte, Solari (2015) enumera una serie de posibles consecuencias fisiológicas en los adolescentes fruto de este desajuste y principalmente del déficit de sueño: 1) Elevación de los niveles de cortisol, 2) Precocidad en la diabetes de tipo 2 u obesidad, 3) Disminución del rendimiento académico y baja capacidad memorística, 4) Síntomas parecidos al déficit de atención, 5) Ánimo negativo y, 6) Aumento del abuso de sustancias como el alcohol, nicotina, cafeína, etc.

1.4.2. Impacto de la ansiedad ante los exámenes en el ritmo sueño-vigilia y la calidad de sueño

En el contexto educativo es necesario atender a todos aquellos factores cognitivos y de comportamiento que afectan directamente al estudiante en su rendimiento (Contreras et al., 2005). La ansiedad es uno de ellos. La ansiedad se define como un estado de alerta natural del organismo frente a estímulos de tipo interno o externo que son percibidos como una amenaza o un peligro para el individuo (Iruarrizaga et al., 1999). La prevalencia en el entorno educativo alcanza un 18% en la población escolar de 3 a 14 años (Bados, 2006). De acuerdo con el Instituto Nacional de la Salud, cerca de 1 de cada 3 adolescentes entre las edades de 13 y 18 puede padecer un trastorno de ansiedad. El número va en aumento; entre el 2007 y el 2012, los trastornos de ansiedad en los niños y adolescentes aumentaron un 20 %. Los factores que influyen, además de la genética y la personalidad, es la presión del entorno escolar que puede favorecerlo. Desde el comienzo de las etapas iniciales escolares hasta los estudios más avanzados, el alumno puede verse afectado por ciertos niveles de ansiedad y preferentemente, además de otras causas, los factores evaluativos como los exámenes o las calificaciones son los más frecuentes. El alumnado con mayor nivel de ansiedad suele focalizar más su atención en el nivel de dificultad que puede generar una tarea concreta que en el dominio académico general. Y además tienden a centrarse más en los errores del pasado (Contreras et al., 2015).

La ansiedad ante los exámenes consiste en una serie de reacciones emocionales negativas que algunos participantes sienten ante los exámenes. El miedo a los exámenes no es un miedo irracional, no en vano la actuación en ellos determina gran parte del futuro académico de la persona. Pero como ocurre la mayoría de las veces con la ansiedad, es cuando se da a niveles muy elevados cuando puede interferir seriamente en la vida de la persona. La ansiedad ante los exámenes constituye un grave problema no sólo por el elevado porcentaje de estudiantes que la padecen sino también porque ejerce un efecto muy negativo sobre el rendimiento (Francisquelo & Furlan, 2016). Por ello, hay que considerar que un número muy alto del alumnado que sufren fracaso escolar no tienen problemas relacionados con el aprendizaje o con su capacidad sino con los niveles extremos de ansiedad que presentan ante los exámenes. El rendimiento está en función de la interacción que se produzca entre el nivel de ansiedad del participante y la naturaleza o dificultad de la tarea. Esto es: la ansiedad facilita el rendimiento en las tareas fáciles y lo empeora en las difíciles (Salas 1996; Polaino, 1993). Así afecta principalmente a aprendizajes que requieran de improvisación (Contreras et al., 2005). Las tareas complejas con varias alternativas de respuesta generan más ansiedad. La ansiedad es preocupante en el alumnado cuando provoca miedo al fracaso o reacciones fisiológicas como pueden ser la taquicardia o la sudoración, entre otros (Rodríguez et al., 2019).

Por tanto, la ansiedad ante los exámenes constituye una experiencia psicológica que tiene un componente emocional y otro, como la preocupación (Segool et al., 2014), que pueden manifestarse de forma cognitiva, emocional y fisiológica (Sierra et al., 2003; Casari et al., 2014). En este ámbito, Sairitupac et al. (2020) establecen una serie de características asociadas a la ansiedad ante los exámenes: 1) el rasgo de ansiedad del participante. Es decir, si su carácter se puede ver más o menos influenciado por la ansiedad (desde los que poco ansiosos hasta los altamente ansiosos; 2) la importancia de la prueba evaluativa. No tiene la misma importancia una prueba parcial se puede recuperar que un examen final que pueda suponer el aprobar o suspender la asignatura o incluso pueda suponer pasar al siguiente curso académico o repetir; 3) los factores ambientales como el lugar donde se realiza la prueba, los examinadores, la temperatura ambiental, la contaminación acústica percibida, el tiempo del que se dispone, etc. Por tanto, se puede decir que la ansiedad es una forma de respuesta ante una persona, un objeto o una situación que es percibida como una amenaza (Bausela, 2005).

Por otro lado, el trabajo de Mieres & Medina (2020) muestra que la calidad del sueño mantiene una relación inversa con los indicadores de ansiedad y depresión. Parte del bajo rendimiento académico de los estudiantes y adolescentes puede atribuirse a la falta de sueño. Los problemas de sueño pueden causar ansiedad, depresión, baja autoestima en los niños (Karimi, Z., & Massoumi, 2016). En periodo de exámenes la mala calidad de sueño es un factor perturbador principalmente porque incrementa la ansiedad y preocupación (Modarresi, 2012). Algunos estudios hablan de que la calidad de sueño y la ansiedad se retroalimentan, como un proceso recíproco, con efectos directos en el rendimiento académico, pero con implicaciones para la salud general de los estudiantes (Hamilton, 2021). Se demostró en estudiantes universitarios que parte de la ansiedad por el fracaso académico puede provenir de un ciclo biológico en el que la ansiedad ante los exámenes conduce a un sueño deficiente y la interrupción del sueño empeora la ansiedad.

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1. HIPÓTESIS

Con estos antecedentes, cabe esperar que se produzca un cambio en el ritmo sueño-vigilia, la ansiedad percibida y la calidad del sueño en un grupo de adolescentes en edad escolar en el periodo con exámenes con relación a la luz recibida y a la rutina comportamental derivada.

2.2. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general fue analizar los parámetros cronobiológicos del ritmo sueño-vigilia, la ansiedad percibida y la calidad del sueño en los periodos sin y con exámenes en una población escolar que ocupaban aulas con diferentes intensidades de luz incidente.

2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos son: 1) Analizar los parámetros circadianos de ritmos de temperatura periférica y actividad motora en diferentes grupos de estudiantes de secundaria en periodos sin y con exámenes y su relación con la intensidad de luz incidente, 2) Evaluar la ansiedad de estado y rasgo en diferentes grupos de estudiantes de secundaria en periodos sin y con exámenes 3) Evaluar la calidad de sueño en diferentes grupos de estudiantes de secundaria en periodos sin y con exámenes y, 4) Analizar la relación entre la ansiedad y la calidad de sueño en los diferentes grupos de estudiantes de secundaria en los dos periodos (sin y con exámenes).

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. DISEÑO

Se trata de un estudio observacional transversal.

Las variables de estudio fueron:

1. VARIABLES DEPENDIENTES: los parámetros circadianos sueño-vigilia, la ansiedad, la calidad del sueño y la intensidad de luz directa percibida por el alumnado.
2. VARIABLES INDEPENDIENTES: los periodos de registro elegidos (periodo sin exámenes y periodo con exámenes).

3.2. PARTICIPANTES

La muestra estuvo formada por 39 participantes, alumnado de educación secundaria obligatoria (ESO). Se conformaron tres subgrupos en función de la ocupación de aulas con distinta incidencia de intensidad de luz (ver más adelante):

Muestra (N)	Grupos	Edad (años)	SEXO
21	2ºE	12-13	11 alumnas (52,38%)
			10 alumnos (47,62%)
8	4ºC	15-16	3 alumnas (37,5%)
			5 alumnos (62,5%)
10	4ºE	15-16	5 alumnas (50%)
			5 alumnos (50%)
TOTAL N=39	19 alumnas (48,72%)	20 alumnos (51,28%)	

Tabla 1. Muestra total de participantes y subgrupos.

3.2.1. Criterios de selección

El estudio se llevó a cabo durante el curso escolar 2020-2021. La modalidad de las clases fue semipresencial debido a la situación sanitaria de pandemia por la Covid-19. La selección se llevó a cabo según los criterios de inclusión y exclusión siguientes:

Criterios de *inclusión*: 1) alumnos de 2º y 4º de ESO, de ambos sexos que asistían al colegio de modo semipresencial sin ningún problema y con regularidad. Los participantes tenían que asistir presencialmente a las instalaciones del centro educativo alternativamente, una semana tres días y otra semana dos días, 2) alumnos que entendían los objetivos del estudio y que sus padres o tutores legales (al ser menores de edad) firmaron el consentimiento informado.

Criterios de *exclusión*: 1) alumnos que no seguían la modalidad semipresencial, 2) alumnos con enfermedades orgánicas o neuropsiquiátricas y, 3) alumnos que consumían fármacos que interferían con el ritmo sueño-vigilia o la calidad de sueño y/o sustancias tóxicas. Junto con estos criterios se seleccionaron los alumnos que ocupaban las aulas seleccionadas en relación con la luz incidente (ver apartado 3.3.4).

3.3. INSTITUCIÓN

El alumnado participante procedía del Colegio Sant Josep Obrer II de Palma. Se trata de un centro concertado, caracterizado por ofrecer una enseñanza innovadora, por tener un gran número de estudiantes y de recursos, y con las condiciones adecuadas para haber llevado a cabo la modalidad semipresencial durante el curso académico 2020-2021, en tiempo de pandemia.

Los alumnos acudían al centro escolar con la siguiente rutina. Una semana asistían presencialmente los lunes, miércoles y viernes de 8 a 13 h; y la siguiente semana, los martes y jueves de 8 a 15 h.



Figura 7. Fotografía aérea extraída de Google Maps. Los recuadros blancos hacen referencia a las aulas estudiadas.

La Figura 7 representa una foto superior del centro. El centro cuenta con más de 3.000 alumnos desde los cero a los 18 años: desde educación Infantil hasta Bachillerato, pasando incluso por Ciclos Formativos de Grado Medio y Superior, además de ofertar la Formación Profesional Dual.

Está conformado por siete edificios, cinco centros educativos, unas 130 aulas, un Centro Integrado de Música y un club deportivo. Atendiendo a las sombras de los edificios y al análisis previo se establece que el sol durante la mañana incide en la dirección y sentido indicado en la fotografía (Figura 7). Todos los edificios que componen el centro están compuestos por una planta baja y dos superiores

3.3.1. Selección de las aulas y alumnos para el estudio

Teniendo en cuenta que la luz incidente es el principal *zeitgeber* del ritmo sueño-vigilia, se hizo un estudio previo de la intensidad de exposición a la luz de las aulas a las que asistían el alumnado de 2º, 3º y 4º de ESO, seleccionando 5 con distinta exposición lumínica (Figura 7): en la planta baja se encuentra el aula de 4ºE (4E), donde las ventanas dan al patio interior del colegio (zona de la piscina) y como se aprecia en la figura, es una aula con poca incidencia de luz. Las ventanas del lado opuesto del aula también dan a un pasillo cubierto en el interior del centro. El aula de 4ºC (4C) se sitúa en la primera planta y las ventanas se sitúan en dos sitios diferentes.

Las de un lado, comunican con el patio interior del colegio (con vegetación) y las otras están orientadas directamente al exterior y son las que presentan una incidencia más intensa y directa de la luz natural (sudeste). Finalmente, el aula de 2ºE (2E), también está ubicada en la primera planta y sus ventanas comunican con dos patios exteriores del centro.

Unas ventanas orientadas hacia las pistas de baloncesto y las otras hacia el sudeste. Estas últimas reciben mayor incidencia de luz natural. Además, se tuvieron en cuenta dos aulas más (no mostradas en la figura), el aula de 3ªA (3A) y el aula de 3ªF (3F). El aula 3A se encuentra situada en la primera planta y posee ventanas en dos zonas. Unas ventanas dan al patio interior del colegio (zona piscina) y las otras ventanas están situadas hacia el sudeste recibiendo mayor luz que las anteriores.

El aula 3F se encuentra situada en la primera planta. También tiene ventana en ambos lados de la clase. Unas ventanas están orientadas hacia el patio interior del centro (zona piscina) y las otras hacia el lado opuesto (patio interior con vegetación).

Para registrar la intensidad de luz incidente se contó con unos sensores de luz (Hobo Light Data Loggers UA-002-64, Onset Computer, Bourne, Massachusetts, EE. UU9) (Figura 9), con un rango de medición comprendido entre 0 y 320.000 lx, (Martínez-Nicolas et al., 2011). Los sensores se colocaron en las aulas con la colaboración del equipo de mantenimiento. En concreto, se colocaron dos sensores por aula (que cubrieran todos los ángulos del aula), a una altura de 1,80m de distancia desde el suelo y separados de la luz directa por las ventanas laterales. Aunque los sensores se colocaron un viernes por la tarde, para facilitar su colocación, se tuvieron en cuenta los datos registrados de lunes a viernes y en horario escolar de 7:00h a 15:00h (horario en que el alumnado ocupaba las aulas). Los resultados se presentan en la Figura 8.

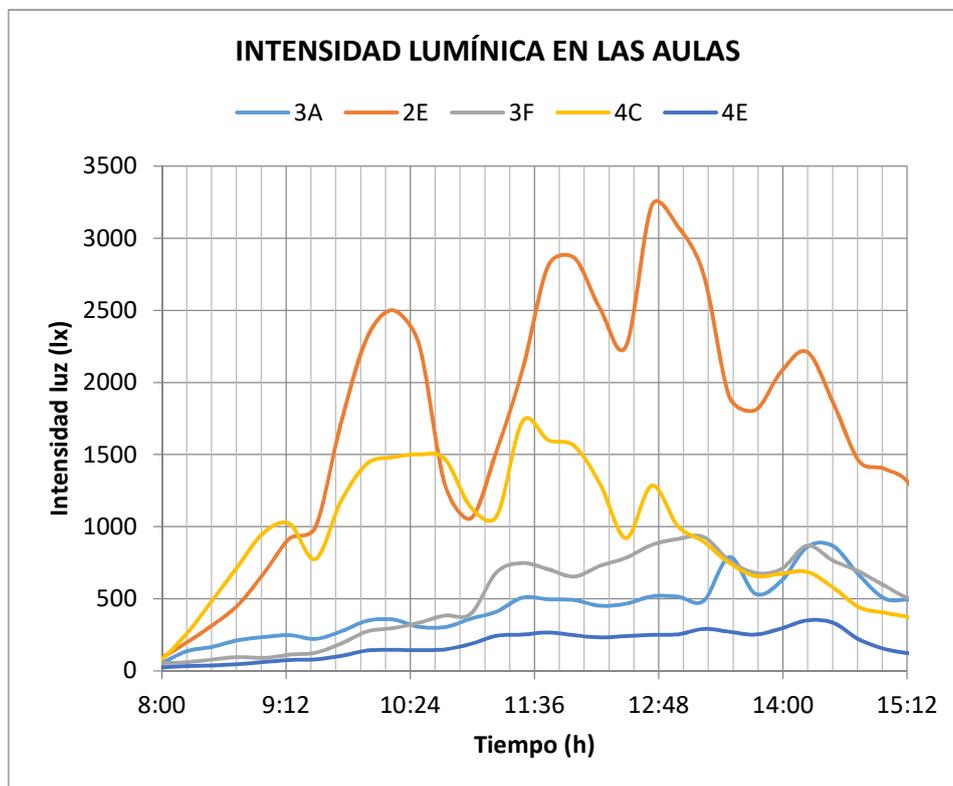


Figura 8. Promedio del registro de la intensidad de luz de cada aula durante el periodo de tiempo de 7:00h a 15:00h. Lx = lúmen/m². Significación estadística: 2E-4C ($p < 0,001^{**}$), 2E-3F ($p < 0,01^{*}$), 2E-3A ($p < 0,001^{**}$), 2E-4E ($p < 0,001^{**}$), 4C-3F ($p < 0,01^{*}$), 4C-3A ($p < 0,01^{*}$), 4C-4E ($p < 0,001^{**}$), 3F-3A (ns), 3F-4E (ns) y 3A-4E (ns). No significativa (ns).

Como se comprueba en la gráfica y según análisis estadístico, las aulas 2E, 4C y 4E se diferencian significativamente en relación con la intensidad de luz que reciben en la franja de horario de 8 a 15 h (horario ocupado por el alumnado), con valores de intensidad de luz que fluctúan desde unos valores mínimos (0-500 lx) hasta unos valores máximos (3000-3500 lx). La intensidad de luz incidente en las aulas 3F, 3A y 4E no se diferenciaron significativamente. De entre estas tres aulas se eligió la 4E por ser la de intensidad más baja.

De esta manera, la selección de los alumnos se basó en la ocupación de las tres aulas con intensidades de luz incidente de baja a elevada:

- Aula 4ºE (luz baja): con una intensidad máxima de luz en 349,83 lx. Esta aula tiene las ventanas al exterior orientadas hacia el noroeste.
- Aula 4ºC (luz intermedia): con una intensidad máxima de luz en 1730,31 lx. Esta aula tiene las ventanas al exterior orientadas hacia el sudeste (figura 7). Hay una gran cantidad de árboles que impiden que entre la luz de forma directa como en el aula de 2E.
- Aula 2ºE (luz elevada): con una intensidad máxima de luz en 3227,38 lx. Esta aula tiene las ventanas al exterior por ambos lados de esta y están orientadas hacia el noroeste y el sudeste. En la figura 7 se observa que la incidencia de luz natural en las ventanas que están situadas en orientación sudeste es muy elevada. Esto se debe a que no hay ningún tipo de obstáculo delante que disminuya la luz natural directa.



Figura 9. Sensor de luz modelo HOBO. Fuente propia.

3.4. MATERIALES E INSTRUMENTOS

3.4.1. Registro de los parámetros cronobiológicos

Para registrar los parámetros cronobiológicos se contó con el dispositivo Kronowise, KW6, según diseño del Laboratorio Kronohealth de la Universidad de Murcia (Figura 10).



Figura 10. Dispositivo Kronowise KW6. Fuente propia

El dispositivo se lleva de forma cómoda, a modo de pulsera o reloj y tiene la ventaja de analizar los parámetros circadianos que definen el sueño-vigilia sin alterar la rutina diaria del participante (Ortiz-Tudela et al., 2010), constituyendo un método menos costoso y complicado que la polisomnografía y útil para analizar el sueño de forma indirecta.

Los parámetros registrados con el KW6 son los que definen el ritmo sueño-vigilia (Ortiz-Tudela et al., 2010): activimetría o actividad motora (AM) y temperatura periférica (TP), y además la intensidad de luz incidente (IL) en dos bandas de espectro, el espectro total de luz (luz 1) y el espectro de luz azul (luz 2).

Como ya se ha mencionado, la TP es un indicador más fiable del ritmo circadiano sueño-vigilia que la temperatura central (TC), además de que permite el registro de forma más cómoda. (Sarabia et al., 2008). Además, los cambios están mejor relacionados con los cambios en la intensidad de luz incidente (IL) en comparación con la temperatura central (Van Someren, 2004). La AM es también un buen indicador del ritmo sueño-vigilia de forma indirecta (Pollak et al., 2001). Por otra parte, el registro de la luz es fundamental para establecer una relación con el ritmo circadiano, teniendo un papel fundamental, como ya se ha dicho, en la regulación del ritmo sueño-vigilia (Guerrero et al., 2007). La pulsera KW6 se lleva en el brazo no dominante y es recomendable que no se use durante la práctica deportiva ni en el momento de ducharse, para evitar golpear o mojar los sensores de que consta el dispositivo. Para un análisis fiable del ritmo es necesario obtener el registro durante, como mínimo, tres días completos.

3.4.2. Evaluación de los niveles de ansiedad

Se utilizó el Cuestionario de Autoevaluación Ansiedad de Estado- Ansiedad de Rasgo para Niños (STAIC, Spielberger, 2001) (ver anexo 1). El cuestionario se divide en dos partes:

1. La primera parte, constituida por un total de 20 frases en las que el participante debe señalar una respuesta en relación con su estado actual. El objetivo es que se responda casi sin pensar cómo se sienten en ese preciso momento. Esta parte está enfocada en la ansiedad de estado (A-E).
2. En la segunda parte, también constituida por 20 frases se pretende que los participantes señalen la respuesta más afín a como son ellos generalmente. Esta parte se focaliza en la ansiedad de rasgo (A-R).

Las respuestas de los participantes serán puntuadas de 1 a 3 puntos, de acuerdo con la intensidad del síntoma presentado en cada elemento. Las respuestas de negación de la ansiedad (1. Nada) reciben al menos 1 punto, la puntuación mínima para cada escala será 20 puntos ya que son un total de 20 preguntas. Por tanto, la máxima puntuación será la de 60 puntos. Por otro lado, la mitad de los elementos de la escala A-E están redactados de forma que la respuesta "3. Mucho" indica ausencia de ansiedad, estos elementos deberían puntuarse de forma inversa, es decir: "1. Nada" debe recibir 3 puntos, "2. Algo" debe recibir 2 puntos y finalmente la respuesta "3. Mucho" tan solo recibirá 1 punto.

3.4.3. Evaluación de la calidad de sueño

Se utilizó el Cuestionario de Oviedo de Sueño (COS) (Bobes et al., 2000, ver Anexo 2). Se trata de un cuestionario de fácil aplicación heteroadministrado con el que se evalúan tiempos de sueño y percepción del sueño, obteniendo datos sobre tres dimensiones: satisfacción subjetiva de sueño, hipersomnia e insomnio en sujetos que, a priori, no presentan trastornos del sueño. Consta de 15 ítems y 13 de estos se agrupan en tres subescalas (Bobes et al., 2000):

1. Satisfacción subjetiva del sueño (SSS): ítem 1
2. Insomnio (I): ítems 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 3, 4, 5, 6 y 7
3. Hipersomnia (H): ítems 2-5, 8 y 9

Los dos ítems restantes sirven para proporcionar información sobre la posible ayuda para dormir o la presencia de algún fenómeno de tipo adverso durante el sueño. Cada ítem se puntúa desde 1 hasta 5 puntos, excepto el primer ítem que se puntuará desde 1 hasta 7. La subescala de insomnio variará entre 9 y 45 puntos, donde una mayor puntuación corresponde a una mayor gravedad de insomnio (Bobes et al., 2000). Para facilitar el análisis de las respuestas se procedió a transcribir los diferentes ítems del cuestionario a un formato de cuestionario online y de esta manera todas las respuestas quedaban guardadas automáticamente.

El cuestionario de Oviedo analiza la calidad de sueño subjetiva. Para evaluar la calidad del sueño objetiva de los participantes se utilizó el Software Actiwatch Sleep Analysis 2001 (Actiwatch 2001, V1.16 Cambridge Neurotechnology), a partir de los datos de AM. Este Software utiliza el registro de AM y a partir de los datos de actividad motora nocturna (de tal manera que opera con periodo estimado de sueño correspondiente a nula actividad motora), extrae los siguientes parámetros en relación con el sueño:

- **Tiempo de sueño:** es el tiempo total, en minutos, que transcurre desde el inicio hasta el final de lo asumido como sueño.
- **Latencia de sueño:** tiempo, en minutos, que transcurre entre que la persona se acuesta y el inicio del momento asumido como sueño.
- **Eficiencia del sueño:** porcentaje de tiempo asumido como sueño mientras la persona se encuentra acostada.
- **Porcentaje Inmovilidad:** porcentaje de tiempo sin movilidad durante el período asumido como sueño.
- **Despertares:** número de episodios de vigilia en el período asumido como sueño.
- **Fragmentación del sueño:** es el resultado de sumar el tiempo de movilidad y el porcentaje de fases de inmovilidad en un minuto. Actúa como indicador de la calidad del descanso.

3.5. Procedimiento

Tras la aprobación del proyecto por parte de la Comisión de Ética de la Investigación de la Universidad de las Islas Baleares y solicitar la conformidad a la Dirección del Centro Sant Josep Obrer II se procedió de la siguiente manera.

Inicialmente se llevó a cabo el registro de la intensidad de luz incidente en las diferentes aulas del centro escolar (los registros se realizaron de lunes a viernes) con el propósito de seleccionar tres aulas según los registros obtenidos. Las aulas seleccionadas fueron: 2E (aula de luz elevada), 4C (aula de luz intermedia) y 4E (aula de luz baja).

Una vez seleccionadas las aulas, se seleccionaron los alumnos que ocupaban éstas. Los padres/tutores legales y el alumnado fueron informados sobre los objetivos del estudio y la metodología que se llevaría a cabo. Tras la aceptación en la participación se le entregaba información básica sobre el proyecto y el consentimiento informado para su firma.

El estudio se desarrolló en dos periodos durante el curso escolar (periodo sin exámenes y periodo con exámenes). Cada periodo se dividía en cuatro semanas. Por tanto, se recogieron datos durante ocho semanas como se especifica a continuación:

Periodo sin exámenes (abril-mayo del 2021)

- 1ª semana (26/04/21-30/04/21) y 2ª semana (03/05/21-07/05/21): el alumnado llevaba el dispositivo KW6 y pasaba el cuestionario de sueño (COS) y el de ansiedad (STAIC). Los ítems de los diferentes cuestionarios fueron transcritos a cuestionario online para facilitar la contestación de estos por parte del alumnado. La primera semana se trabajó con la mitad del grupo de 4ºC y 4ºE y la segunda semana con la otra mitad de la clase.
- 3ª semana (10/05/21-14/05/21) y 4ª semana (17/05/21-21/05/21): se llevó a cabo el mismo procedimiento de las dos primeras semanas, pero en esta vez se evaluó al grupo de 2ºE. Esto se debió principalmente a que era la clase con mayor número de participantes y la cantidad de dispositivos disponibles para los registros era limitado. La tercera semana se realizaron los registros para la mitad de la clase y la cuarta semana la otra mitad.

Periodo con exámenes (mayo-junio del 2021)

- 5ª semana (24/05/21-28/05/21), 6ª semana (31/05/21-04/06/21), 7ª semana (07/06/21-11/06/21) y 8ª semana (14/06/21-18/06/21). En esta segunda etapa se evaluó de nuevo y con el mismo procedimiento anterior, a los tres grupos durante el periodo de los exámenes finales del curso. El cuestionario que evalúa la ansiedad (STAIC) se pasó al alumnado participante 15 minutos antes de un examen parcial de matemáticas.

3.6. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se utilizó el programa Microsoft® Excel 2017 para la organización de los datos de las variables dependientes y el programa IBM SPSS Statistics 20.1 para el análisis descriptivo de los parámetros circadianos, calidad de sueño y ansiedad. El análisis de los datos cronobiológicos se llevó a cabo empleando el software del Kronowise KW6 implementado en la plataforma (Kronowizard, <https://kronowizard.um.es/>). Aquellos datos con más de 3 puntos en la desviación estándar del dato medio fueron eliminados (Ortiz-Tudela et al., 2010). Además, se eliminaron los datos registrados cuando los participantes se quitaban el dispositivo para la higiene personal.

Con el software Circadianware® se realizaron los análisis paramétrico y no paramétrico de las variables AM, TP e IL, con lo que se obtuvieron los siguientes índices:

- **MESOR (Midline Estimating Statistic Of Rhythm)**: corresponde al valor medio del ritmo sobre el que oscila la variable.
- **Índice de estabilidad interdiaria (IS)**: mide la regularidad del ritmo entre diferentes días, es decir, indica el grado de similitud entre los patrones registrados durante el período de estudio. Su valor se encuentra definido entre 0 y 1 (mínima y máxima regularidad).
- **Índice de variación intradiaria (IV)**: indica el grado de fragmentación de un ritmo durante un día y su valor se encuentra entre 0 (variable fragmentada) y 1 (alta regularidad).
- **Amplitud relativa (RA)**: se obtiene mediante la diferencia entre las 5 horas consecutivas de valores máximos (M5) y las 10 horas consecutivas de valores mínimos (L10) dividida entre la suma de los dos. Un valor elevado es un indicador de buen ritmo.
- **Índice de la Función Circadiana (CFI)**: muestra la consistencia de un ritmo y se obtiene a partir de IS, IV y RA. Los valores oscilan entre 0, que indica ausencia de ritmo circadiano, y 1, que define un ritmo circadiano robusto.

Finalmente, los datos obtenidos con el registro de la AM para la evaluación de la calidad de sueño fueron analizados con el software Actiwatch & Sleep Analysis® (Cambridge Neurotechnology), obteniendo las variables mencionadas anteriormente (ver apartado 3.4).

3.7. ASPECTOS ÉTICOS Y SEGURIDAD DE LOS DATOS

El investigador principal aseguró la privacidad y protección de los datos de este proyecto. En todo momento se mantuvo los más altos estándares de conducta profesional y confidencialidad, cumpliéndose la normativa nacional aplicable en cuanto a protección de datos se refiere. Esta investigación se realizó cumpliendo con la Declaración de Helsinki (1991) y la Ley orgánica 3/2018, del 5 de diciembre, sobre protección de datos de carácter personal y garantía de los derechos digitales, se llevó a cabo el tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal. Como ya se ha mencionado, el Comité d'Ètica de la Investigació (CER) de la Universitat de les Illes Balears (UIB) aprobó el estudio con número de dictamen: 207CER.2021. Durante el transcurso del estudio, únicamente los investigadores implicados han tenido acceso a la información relevante a los participantes. Del mismo modo, el investigador informó de manera precisa a los mismos, sobre el tratamiento de los datos que estaban facilitando, así como que su uso sólo contenía fines de investigación. Los datos se almacenaron en un Cuaderno de Recogida de Datos (CRD), una Hoja de Excel encriptada, y fueron tratados de forma confidencial. Con el fin de asegurar el anonimato de todos los participantes, fueron identificados con un código numérico de dos cifras, asignado según el orden cronológico de reclutamiento en el estudio. Los responsables del proyecto asumen la máxima responsabilidad de la seguridad y protección de los ficheros y documentos que se generen.

4. RESULTADOS

Los resultados mostrados a continuación forman parte de una muestra de 39 estudiantes de secundaria que acudían de forma semipresencial al colegio Sant Josep Obrer II de Palma. Se analizaron los parámetros circadianos del ritmo de TP y AM e IL mediante el dispositivo Kronowise KW6. Además, se evaluaron otras variables como la ansiedad percibida y la calidad del sueño mediante el uso de cuestionarios. En la Tabla 1 se muestra la distribución de los participantes entre 12 y 16 años y estuvo equiparada respecto al género.

4.1. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS CIRCADIANOS DEL RITMO DE TEMPERATURA PERIFÉRICA Y ACTIVIDAD MOTORA

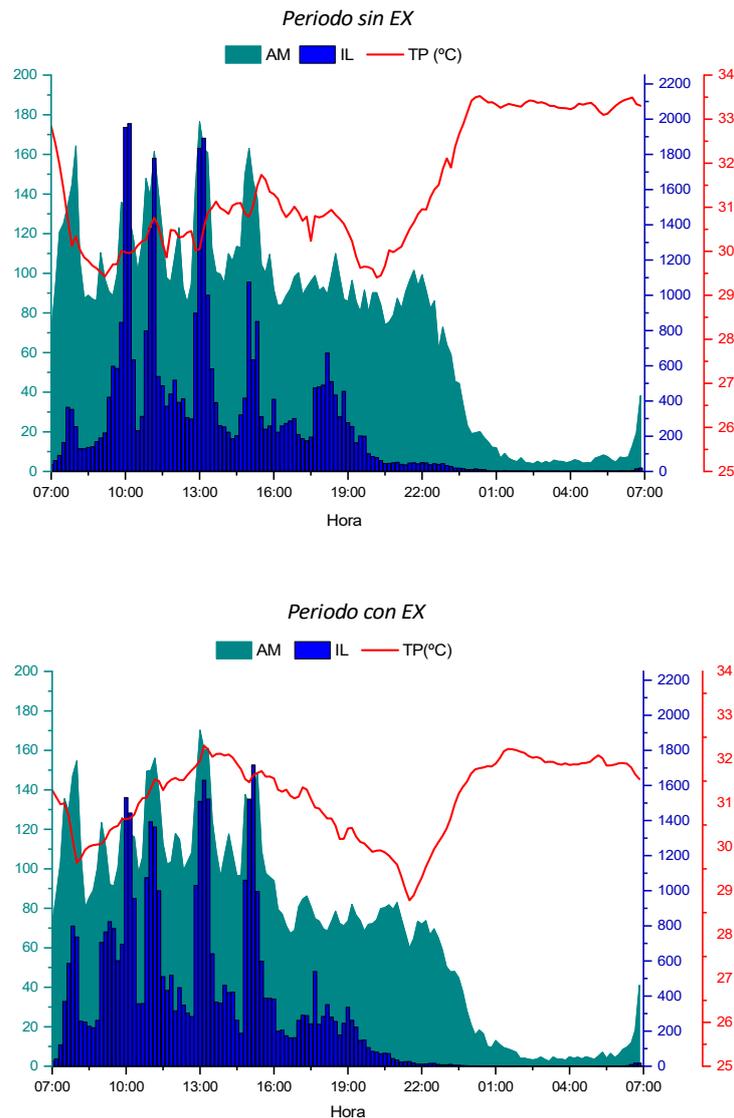


Figura 11. Representación de los valores AM, IL y TP en un ciclo de 24h, periodo sin exámenes (sin EX) y con exámenes (con EX). AM, actividad motora (t.mov); IL, Intensidad de luz incidente (lx); TP, temperatura periférica (°C).

La figura 11 representa la evolución temporal en un ciclo de 24 horas del ritmo de las tres variables obtenidas con el KW6, TP, AM, IL, separando entre el periodo sin exámenes y con exámenes. El tipo de representación permite, además, observar la evolución durante el periodo diurno y nocturno.

Se puede apreciar cómo durante el periodo sin exámenes la IL recibida por los participantes alcanza valores más elevados (Figura 11), 1900-2000 lx, comparado con valores próximos a 1700 lx durante la época de exámenes. En los dos periodos, y como era de esperar, la TP aumenta paralelamente a una disminución de la AM. Este aumento, que precede al sueño por la noche, presenta un adelanto en el caso del periodo sin exámenes. Se aprecia también, que durante el periodo con exámenes hay una disminución de la AM durante la tarde y la noche (principalmente a partir de las 16:00h) en comparación a la época sin exámenes.

El análisis visual del ritmo de las tres variables se entiende mejor con el análisis paramétrico y no paramétrico de los parámetros circadianos de las variables AM y TP, en los dos periodos estudiados (Tablas 2 y 3).

	Periodo sin exámenes	Periodo con exámenes	valor p
TP			
MESOR	31,71±0,73	32,41±0,99	0,002**
IS	0,70±0,15	0,61±0,22	0,002**
IV	0,006±0,016	0,005±0,004	0,006**
AR	0,46±0,18	0,31±0,17	0,010**
CFI	0,672±0,10	0,64±0,12	0,034*

Tabla 2. Medias, desviación estándar y contraste de medias de los parámetros circadianos de la temperatura periférica. Se expresan en formato ($\bar{x} \pm \sigma$), durante el periodo sin exámenes y el periodo con exámenes del curso. Significación estadística: * ($p \leq 0,05$), ** ($p \leq 0,01$) y *** ($p \leq 0,001$).

	Periodo sin exámenes	Periodo con exámenes	valor p
AM			
MESOR	8,88±2,48	9,09±2,86	0,813
IS	0,46±0,10	0,48±0,14	0,409
IV	0,41±0,11	0,40±0,11	0,824
AR	0,76±0,08	0,78±0,06	0,288
CFI	0,67±0,06	0,69±0,06	0,268

Tabla 3. Medias, desviación estándar y contraste de medias de los parámetros circadianos de la actividad motora. Se expresan en formato ($\bar{x} \pm \sigma$), durante el periodo sin exámenes y el periodo con exámenes del curso. Significación estadística: * ($p \leq 0,05$), ** ($p \leq 0,01$) y *** ($p \leq 0,001$).

En relación con la TP (tabla 2) se puede observar que el índice de estabilidad interdiaria (IS) presenta un valor significativamente más elevado en el periodo sin exámenes, lo que indica un ritmo más estable. En cambio, el IV es ligeramente más bajo, en el sentido de una menor fragmentación, en el mismo periodo. Los resultados de la AR también indican un mayor fortalecimiento del ritmo en el periodo sin exámenes.

Resultados en la misma tendencia se obtuvieron con el índice de la función circadiana (CFI) con valores más próximos a 1 en el mismo periodo, lo cual indicaba un ritmo circadiano más robusto. Como se puede observar los resultados fueron significativos en todos los casos

En el caso de AM (tabla 3), los resultados de una mayor regularidad y menos fragmentación del ritmo, se obtuvieron en el periodo con exámenes, a diferencia de la TP. El valor medio de la actividad motora (MESOR) es más elevado durante el periodo con exámenes y también el índice de estabilidad interdiaria (IS). El índice de variación intradiaria (IV) es menor, a favor de una menor fragmentación. La amplitud relativa (AR) también muestra un valor más elevado en el periodo con exámenes, indicando un ritmo más fortalecido. Y finalmente, el índice de la función circadiana (CFI) también es más elevado a favor de una mayor robustez en el periodo con exámenes. Sin embargo, en ningún caso las diferencias son significativas.

4.1.1. Intensidad de luz incidente en el periodo sin y con exámenes

El dispositivo KW6 permitió también analizar la intensidad de luz a la que estaban expuestos los alumnos. En relación con el ajuste del ritmo sueño-vigilia hay dos parámetros de IL que son importantes, la intensidad de exposición de la mañana y el contraste de exposición entre la luz de día y la luz nocturna. La luz de la mañana cuando es deficitaria puede ocasionar desincronización dado que el NSQ es especialmente sensible a la luz en este periodo (Minors 2013; Rubiño, 2017). Por otro lado, el contraste entre la luz de la mañana y la luz nocturna indica un fortalecimiento del ritmo, especialmente en personas mayores (que suelen presentar déficits de luz incidente), pero también en personas jóvenes y principalmente adolescentes, por estar expuestos a excesiva luz nocturna. Atendiendo a estos parámetros, la figura 12 representa los promedios obtenidos en los dos periodos, sin exámenes y con exámenes. Se tuvo en cuenta como luz de la mañana, la luz incidente entre las 8:00h y las 15:00h (coincidente con el tiempo que los alumnos estaban en clase o en casa atendiendo a las clases o tareas escolares de forma no presencial). Y la luz nocturna, la luz incidente entre las 23:30h y las 7:00h, periodo supuestamente de sueño. Para facilitar la comparación, la intensidad de luz se representa en forma logarítmica.

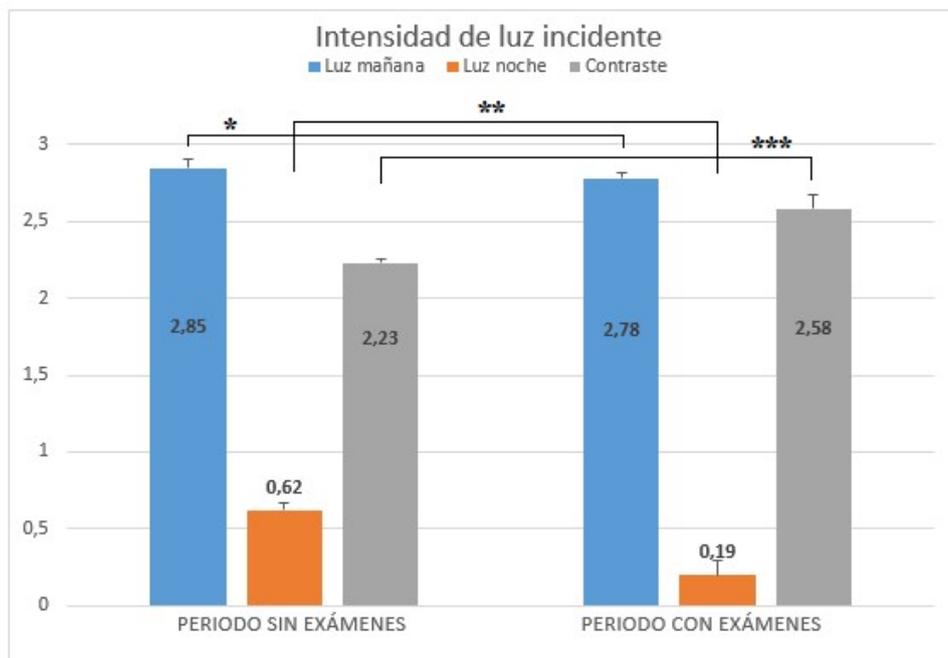


Figura 12. Promedio de intensidad de luz de la mañana y nocturna y contraste de luz mañana-noche, ($\log_{10}LL \pm SEM$) comparando entre el periodo sin y con exámenes.

Si bien la incidencia de luz de la mañana es mayor en la época sin exámenes ($p < 0,05$), se puede comprobar como la luz nocturna es significativamente menor en la época con exámenes ($p < 0,01$). Finalmente, el contraste de la intensidad de luz entre ambos periodos muestra diferencias a favor de un mayor contraste durante el periodo con exámenes, con un elevado grado de significación ($p < 0,001$).

4.2. ANÁLISIS DE LA ANSIEDAD DE ESTADO Y DE RASGO DE LOS PARTICIPANTES

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos con el cuestionario STAIC para los dos periodos (sin y con exámenes). Se muestra el promedio (\bar{x}) y la desviación estándar (σ) para los tres grupos de alumnos en relación con la ansiedad de estado (A-E) y la ansiedad de rasgo (A-R).

	Periodo sin ex ($\bar{x} \pm \sigma$)		Periodo con ex ($\bar{x} \pm \sigma$)		valor p A-E con/sin ex	valor p A-R con/sin ex
	A-E	A-R	A-E	A-R		
2ºE	29,57±5,09	35,29±8,69	38,62±8,44	36,62±9,07	<0,001	0,545
4ºC	31,38±4,90	37,63±4,58	38,25±8,07	36,38±5,27	0,124	0,693
4ºE	35,63±4,92	40,75±4,94	38,00±6,31	40,40±5,39	0,743	0,771
TOTAL	31,32±5,54	37,89±6,07	38,38±7,88	37,80±6,58	<0,001	0,861

Tabla 4. Promedios de los resultados de los cuestionarios de ansiedad de estado y ansiedad de rasgo ($\bar{x} \pm \sigma$) durante los periodos sin exámenes (sin ex) y con exámenes (con ex).

Los valores de A-E aumentan para los tres grupos analizados durante el periodo con exámenes. Sin embargo, para la A-R muestran pocos cambios entre ambos periodos. En concreto, la A-R aumento para el grupo de 2ºE y disminuyó para los grupos de 4ºC y 4ºE, aunque los cambios no son significativos

Independientemente de la subdivisión realizada por aulas, los promedios de los valores de A-E de todos los alumnos aumentan significativamente en el periodo con exámenes, en cambio la A-R no muestra un cambio significativo entre los dos periodos.

4.3. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SUEÑO

La Figura 13 muestra los promedios de los resultados de las tres dimensiones analizadas con el COS (satisfacción subjetiva de sueño, insomnio y hipersomnia) para la muestra total de la población escolar (n=39) en los dos periodos (sin y con exámenes).



Figura 13. Promedio de los resultados de las dimensiones de calidad de sueño según COS (satisfacción subjetiva de sueño, insomnio e hipersomnia), durante los periodos sin y con exámenes. Significación, *** ($p \leq 0,001$).

Se evidencia un cambio significativo (por contraste de medias) de la satisfacción subjetiva de sueño (SSS) entre los dos periodos, a favor del periodo sin exámenes. Para las dimensiones de insomnio (I) e hipersomnia (H) no se observaron diferencias significativas.



Figura 14. Resultados obtenidos con el software Actiwatch & Sleep Analysis® del tiempo estimado de sueño (TS), latencia (LAT), porcentaje de inmovilidad, fragmentación del sueño (F) y despertares (D). Para ambos periodos analizadas: sin exámenes (SIN EX) y con exámenes (CON EX).

En la figura anterior (Figura 14) se representan los resultados de calidad de sueño con el Actiwatch & Sleep Analysis en relación con las dimensiones de tiempo estimado de sueño, latencia, fragmentación de sueño, número de despertares y porcentaje de inmovilidad y comparando entre ambos periodos.

Mediante el contraste de medias se evidencian diferencias estadísticamente significativas entre ambos periodos en la mayoría de las variables analizadas. En concreto, aunque el tiempo estimado de sueño no mostró diferencias, la latencia es significativamente menor ($p < 0,05$) en el periodo con exámenes. La misma tendencia a favor de una mejor calidad de sueño en el periodo con exámenes se presenta en el resto de dimensiones: un menor fragmentación (aunque la diferencia no fue significativa), un menor número de despertares ($p < 0,05$) y un mayor porcentaje de inmovilidad ($p < 0,001$).

4.4. CORRELACIONES ANSIEDAD DE ESTADO Y SUEÑO

Fue interesante evaluar las correlaciones entre la ansiedad de estado para los periodos sin y con exámenes con las diferentes dimensiones de calidad de sueño (SSS, insomnio e hipersomnía), obtenidas con el COS. Permite entender mejor como la ansiedad puede haber repercutido en la calidad de sueño.

Los resultados se muestran en la tabla 5:

	A-E No ex	A-E ex
SSS no ex	0,139	
SSS ex		-0,13
I no ex	-0,087	
I ex		0,112
H no ex	0,04	
H ex		0,08

Tabla 5. Correlaciones entre la ansiedad de estado (A-E) y las dimensiones de la calidad de sueño (SSS, I y H) para los periodos con exámenes (ex) y sin exámenes (no ex), según Coeficiente de Correlación de Spearman. SSS, satisfacción subjetiva de sueño; I, Insomnio; H, hipersomnía.

En el periodo sin exámenes se evidencia una correlación directa entre ansiedad de estado y satisfacción subjetiva de sueño, y entre la ansiedad de estado y la hipersomnía. Por otro lado, la correlación fue inversa entre la ansiedad de estado y el insomnio. Durante el periodo con exámenes se observa una correlación inversa entre la ansiedad de estado y la satisfacción subjetiva de sueño, sin embargo, la correlación fue directa con el insomnio y la hipersomnía.

5. DISCUSIÓN

El objetivo general de esta investigación fue analizar los parámetros cronobiológicos del ritmo sueño-vigilia, la ansiedad percibida y la calidad del sueño, en los periodos sin o con exámenes con distintos grupos del alumnado de secundaria considerando las aulas con diferentes intensidades de luz incidente.

La muestra estuvo formada por 39 participantes, alumnado de educación secundaria obligatoria y de ambos sexos en un porcentaje similar (Tabla 1). El alumnado asistió de forma semipresencial a las clases en el periodo de pandemia de la Covid-19. Por tanto, este aspecto fue importante a considerar, debido a que en algunos países la situación de semipresencialidad afectó negativamente al sueño del alumnado y tuvo un impacto relevante a nivel psicológico (Zhang et al., 2021). Además, el colectivo objeto del estudio, el alumnado adolescente, tiene unas características de sueño y de ritmo sueño-vigilia particulares. Como ya se ha mencionado, muestran una tendencia fisiológica a acostarse más tarde, con una mayor predisposición a la falta de sueño crónica y somnolencia diurna relacionado con la adaptación a un comienzo de jornada lectiva temprano (Hagenauer et al., 2012), sumado a factores psicológicos y comportamentales, como el deseo de independencia de muchos adolescentes, que los lleva a oponerse a los horarios de sueño establecidos por sus padres, o el mayor uso de redes sociales y dispositivos móviles a elevadas horas de la noche (Carskadon et al., 2011).

La luz es el “zeitgeber” principal del ritmo sueño-vigilia y en el ámbito escolar tiene repercusiones en la concentración y el rendimiento académico del alumnado (Barkmann et al., 2012). La luz es una variable importante para tener en cuenta en todos los estudios de sueño y del ritmo circadiano sueño-vigilia. En base a esto, se decidió elegir al alumnado que ocupasen aulas expuestas a distintas intensidades lumínicas. La figura 8 muestra los resultados de luz incidente en 5 aulas que se consideraban que podían presentar resultados significativamente distintos, por su ubicación dentro del Centro. Al final se seleccionaron tres aulas con intensidad de luz total elevada (por encima de 1500lx), intermedia (entre 500 y 1500lx) y baja (menos de 500lx), considerando el horario escolar (8:00h-15:00h). Se seleccionaron los 39 alumnos de estas aulas (4E, 4C y 2E). Sin embargo, la luz real incidente que recibían el alumnado (registrado con el dispositivo KW6) no se correspondió a los valores de las aulas (registrado con el dispositivo Hobo). Por ejemplo, el alumnado del aula clasificada como intermedia presentó valores más altos que el alumnado del aula clasificada como elevada (datos no presentados). Esto se explica por el hecho, que los alumnos solo acudían al centro tres días a la semana (semipresencialidad) y la luz incidente del resto de los días procedía de un entorno variable no coincidente con el aula. Esto no afectó al análisis posterior, teniendo en cuenta el periodo con o sin exámenes.

La figura 11 representa la evolución temporal en un ciclo de 24 horas del ritmo de las tres variables obtenidas con el KW6, *TP*, *AM*, *IL*, separando entre el periodo sin exámenes y con exámenes. Además, muestra la evolución durante el periodo diurno y nocturno. Como era de esperar, la *TP* presentó valores más altos durante la noche, coincidiendo con los valores más bajos de actividad motora (al contrario de lo que pasa con la temperatura central). Los valores de *AM* fueron más bajos en periodo con exámenes y parece que también la exposición a la luz. Estos valores de *AM* más bajos fueron más evidentes durante el periodo nocturno (datos no presentados). En relación con la *TP*, se puede observar un ritmo más marcado e incluso parece más adelantado a la disminución de la actividad en el periodo sin exámenes, asumiendo que el inicio del sueño fue similar en los dos periodos (alrededor de las 23.30h). La *TP* siempre antecede a la disminución de *AM*, y es un buen indicador del inicio del sueño.

La figura 11 puede entenderse mejor en relación con las variables AM y TP, observando el cálculo de los parámetros cronobiológicos de las dos variables (Tablas 2 y 3). En el caso de la TP, la RA y el CFI mostraron un mejor ritmo de sueño y una mayor robustez en el ritmo circadiano respectivamente, durante el periodo sin exámenes (Ortiz-Tudela et al., 2010). En relación con la AM, los resultados mostraron una tendencia opuesta, donde el ritmo fue más regular y robusto en el período con exámenes, aunque sin que las diferencias fueran estadísticamente significativas. No contamos con valores de referencia en la edad analizada, pero los resultados estadísticamente significativos de una mayor AR (indicativo de un ritmo más marcado) y CFI (mayor robustez) en la TP en el periodo sin exámenes presupone que el ritmo fue más regular y ajustado. En cambio, en relación con la actividad motora los resultados son discrepantes porque el ritmo de AM es más marcado y fuerte en el periodo con exámenes, con una menor actividad a lo largo del día y de la noche.

El análisis de la intensidad de luz incidente, como principal *zeitgeber* podría en parte explicar los resultados anteriores. Como ya se ha mencionado, hay dos parámetros importantes a la hora de analizar el efecto de la luz sobre el ritmo sueño-vigilia: 1) la intensidad de luz a la que una persona se expone en horario de mañana, tras el despertar, y 2) el contraste de luz incidente entre la luz de día y la noche. La capacidad de los NSQ para mantener la sincronía fisiológica es extremadamente sensible a los déficits en la luz de la mañana (Minors, 2013). Como ya se ha mencionado en la introducción, durante la adolescencia es frecuente el retraso de fase del patrón de sueño, que, a veces, tarda en normalizarse, caracterizado por un inicio y finalización del sueño retrasados que complica el momento de levantarse pronto por la mañana y provoca déficit de sueño y somnolencia diurna, acrecentado por el uso (e incluso abuso) de los dispositivos electrónicos y las redes sociales y los hábitos irregulares de sueño, que no hacen más que agravar el problema (Suardiaz-Muro et al., 2020). Una buena exposición a la luz de mañana puede ocasionar un avance del inicio del sueño y en parte compensaría el desfase (Gaspereti et al, 2021). En cuanto al contraste entre la luz diurna y la nocturna, hay evidencia científica suficiente para afirmar que cuanto más fuerte es el ciclo de luz y oscuridad (intensidad de luz elevada por el día y baja intensidad de luz por la noche) más se fortalece el ritmo sueño-vigilia. Esto es importante en las personas mayores con *zeitgebers* más débiles (Rubiño et al, 2017). En este caso, también lo es en personas jóvenes, generalmente por los déficits de luz por la mañana y la excesiva iluminación por la noche (Middleton et al., 2002; Martinez-Nicolas et al., 2013).

La figura 12 representa el promedio de IL teniendo en cuenta estos dos parámetros. Para calcular IL de la mañana se tuvo en cuenta el horario en que los alumnos estaban en el colegio (8:00h-15:00h) que incluía dos salidas al exterior (patios). La luz nocturna se calculó en base al horario correspondiente al periodo asumido como sueño (23:30-7:00h). Se observó como el alumnado se expuso a mayor intensidad de luz por la mañana en el periodo sin exámenes, independientemente del aula que ocupaban. Por el contrario, el alumnado se expuso a menor intensidad de luz durante la noche en el periodo con exámenes. Los resultados cuando se compararon por el aula que ocupaban (datos no presentados) dieron el mismo resultado. El hecho de que los alumnos en periodo con exámenes estaban expuestos a menor intensidad de luz durante la mañana, puede explicar, en parte, que el ritmo de la TP estuviera peor ajustado (tabla 2). En cambio, la menor actividad de noche junto a una menor IL, en el periodo con exámenes, puede estar relacionado con unos mejores resultados en el ritmo de AM.

En relación con esto, las consideraciones siguientes pueden haber influido: 1) la propia rutina del alumnado cuando está sometido a la presión de los exámenes a favor de un mejor descanso, 2) la disciplina de horario impuesta por los padres en el periodo con exámenes, debido a que a esta edad están expuestos, en parte, a sus decisiones, y 3) la menor IL incidente durante el día (realizan menos actividades en el exterior y se dedican más horas a las tareas escolares y al estudio en casa). Consideraciones que también explican los resultados del contraste de luz día/noche, representados en la Figura 12. Se puede observar que los resultados del contraste fueron mayores en el periodo con exámenes, aunque la exposición a la luz de la mañana fue peor.

En cambio, en el periodo sin exámenes, aunque fue mayor la IL de la mañana, la luz nocturna no fue lo suficientemente baja respecto al periodo con exámenes. Esto será motivo de reflexión cuando se discutan los resultados de la calidad de sueño.

La investigación sobre la ansiedad generada por los exámenes en contextos educativos se inició a finales de la década de los cincuenta (McDonald, 2001). Para evaluar la ansiedad es importante utilizar escalas o instrumentos en el ámbito académico que sean sensibles y fiables que permitan la eliminación sesgos y variables extrañas que contaminan los datos de recogida (Cabanach et al., 2016). La ansiedad percibida se evaluó con el cuestionario STAIC (Spielberger, 2001) para los periodos sin y con exámenes. En el presente trabajo, con el objetivo de evaluar la ansiedad puntual ante la inmediatez del examen, se utilizó la prueba STAIC y se administró 15 minutos antes del mismo, en la misma aula y de forma similar a todos los participantes. De esta manera, resultó una valoración más precisa, analizando el efecto directo que tiene la propia situación del examen (Valero, 1999). La tabla 4 muestra los resultados diferenciando a los tres grupos de alumnos con un examen similar. Los resultados mostraron diferencias en la A-E en el periodo con exámenes, con puntuaciones mayores en los tres grupos, significativos en el aula 2E, diferencia que se siguió manteniendo en los resultados globales (de los tres grupos). Además, al comparar los resultados obtenidos con los datos normativos respecto al centil 50 para la A-E es de 31 puntos y para la A-R de 36 (ver Spielberger, 2001), las puntuaciones de A-E y A-R globales fueron más elevadas respecto a los valores normativos en ambos periodos. La A-E mostró un efecto directo de los exámenes con unas puntuaciones estadísticamente significativas más elevadas. La importancia de haber utilizado el STAIC frente a otras escalas o cuestionarios es que se obtuvo una evaluación de la A-E inmediatamente antes del examen. Por tanto, estos resultados aportaban evidencia que el aprendizaje y el rendimiento escolar pueden verse afectados por la ansiedad creada ante un examen inminente (Sairitupac et al., 2020; Valero, 1999).

Por otra parte, los niveles elevados de ansiedad repercuten en la calidad de sueño y en el ritmo sueño-vigilia (Mieres & Medina, 2020; Modarresi, 2012). Aunque son evidentes los cambios del ritmo sueño-vigilia y la calidad de sueño durante la adolescencia, existen pocos estudios de prevalencia sobre los trastornos de sueño en esta etapa (Hernández et al., 2015). Este trabajo incide en este aspecto y muestra cambios en este sentido. Se han utilizado dos instrumentos para evaluar la calidad de sueño, el COS como valoración subjetiva y el Software Actiwatch & Sleep Analysis que a partir de la AM permite obtener una estimación objetiva. Se utilizó el COS frente a otros cuestionarios, como el índice de calidad de sueño de Pittsburgh (PSQI) (Buysse, 1989), que, si bien recoge información sobre mayor número de dimensiones del sueño, evalúa más la presencia de trastornos. Aunque, existe un cuestionario específico para adolescentes (Thorleifsdottir, 2002) no es lo suficientemente preciso para evaluar la calidad de sueño subjetivo en nuestro contexto cultural.

Los resultados de las puntuaciones del COS (figura 13) mostraron que la satisfacción subjetiva de sueño fue significativamente peor durante el periodo con exámenes y también, la valoración de hipersomnia. Cabe recordar que la A-E en este periodo fue mayor, lo que en parte podría explicar las valoraciones (Torrano et al., 2017). Sin embargo, los resultados por el Actiwatch & Sleep Analysis mostraron una tendencia opuesta. Así, los parámetros de tiempo de sueño asumido, latencia, fragmentación e inmovilidad fueron mejor en el periodo con exámenes. En la figura 14 puede observarse como el alumnado presentó una menor latencia de sueño, una mayor eficiencia de sueño, menor número de despertares y un mayor porcentaje de inmovilidad en el periodo con exámenes. Estos resultados mostraron una discrepancia entre la calidad de sueño subjetiva (COS) y la evaluación objetiva de éste, lo que refleja una subestimación de la calidad subjetiva de sueño por parte del alumno. Algunos autores han incidido en este hecho, aunque a menudo por una sobreestimación de la calidad subjetiva, en contraposición con los resultados de este trabajo (Sierra et al., 2002; Burgueño et al., 2017). Estos resultados mostraron una disociación entre la valoración subjetiva y objetiva podrían ser debido al aumento de los niveles de ansiedad ante la proximidad de un examen. En base a ello, se hizo un análisis de las correlaciones entre A-E y las dimensiones del COS (tabla 5). Se observó que la ansiedad de estado en el periodo con exámenes se correlacionaba inversamente con la satisfacción subjetiva de sueño (SSS), aunque no con Insomnio o hipersomnia. Si bien las diferencias no alcanzaron significación, sí podría ayudar a comprender que los parámetros subjetivos de la satisfacción del sueño discrepan con la valoración objetiva. El grado de A- pudo dar lugar a una peor valoración de la calidad de sueño. A pesar de este argumento, los resultados restantes no fueron los esperados. Es difícil entender como en el periodo sin exámenes hay una correlación directa entre la A-E y la SSS e Hipersomnia e inversa entre A-E e Insomnio.

Por otro lado, los análisis con Actiwatch & Sleep Analysis se basaron en la cuantificación de la AM nocturna. Como discutimos anteriormente el ritmo de AM fue más marcado y robusto en la época con exámenes (figura 11), con una menor fragmentación y mayor estabilidad (tabla 3), lo cual podría explicar los resultados obtenidos. A esto hay que añadir una menor exposición a la luz nocturna y un mejor contraste (figura 12). Por otro lado, y como ya hemos mencionado, estos resultados podrían explicarse por la mayor disciplina que conlleva el periodo con exámenes, ya sea por parte del alumno o por las normas impuestas por los padres para favorecer un mejor descanso y la rutina asociada (Short et al., 2011). Si bien la mayor ansiedad que, como hemos demostrado, se presenta en el mismo periodo, puede haber influido en la percepción de los participantes sobre la satisfacción subjetiva de sueño (tabla 4 y figura 13). Así, el alumnado tuvo la percepción de que dormían peor, cuando en realidad su sueño fue de mejor calidad.

Faltarían resultados que incidieran más profundamente en las relaciones entre la ansiedad demostrada en el periodo con exámenes y los parámetros subjetivos de calidad de sueño y con las valoraciones objetivas del mismo, para sacar conclusiones más categóricas en el sentido que hemos propuesto.

6. LIMITACIONES Y DIFICULTADES

El presente trabajo desarrollado con una muestra formada con participantes menores de edad y en una situación sanitaria de pandemia conllevó una serie de limitaciones y dificultades:

- 1) El tamaño de la muestra: debido a la situación sanitaria a causa de la Covid-19, el número de participantes se redujo con respecto a la propuesta inicial. Muchas de las familias, que inicialmente mostraron interés en participar en el proyecto cambiaron de opinión. Algunos únicamente participaron en la cumplimentación de los cuestionarios de calidad de sueño y de ansiedad sin querer llevar la pulsera KW6 para el registro de datos circadianos. Por tanto, el tamaño de la muestra se vio reducido a 39 participantes de los cuales no todos llevarían la pulsera KW6.

El registro de la luz incidente con el KW6 presentó dificultades con los participantes porque llevaron el dispositivo durante toda la semana, pero la asistencia de solo tres días por semana, debido a la modalidad semipresencial, redujo el número de días para la recogida de datos sobre la exposición de la luz incidente en las aulas. Cabe decir que los registros están estrechamente vinculados a los hábitos y rutina de los participantes. Por tanto, es probable que a pesar de ofrecer una información útil para el uso correcto de los dispositivos algunos participantes no siguieran las instrucciones recomendadas.

- 2) La cantidad limitada de dispositivos KW6, también afectó en el registro de datos y al reclutamiento de los participantes. Se contaba con un número de 14 dispositivos para realizar los registros. Por tanto, para la recogida de datos de un grupo fue complicado y se tuvo que dividir los registros en periodos de dos semanas para cada uno de los grupos que participaron.
- 3) La situación sanitaria por la Covid-19 también alteró los periodos para la recogida de datos sobre las diferentes variables (exposición a luz incidente, TP, ansiedad y calidad de sueño). No se pudo realizar durante los dos primeros trimestres, por tanto, se realizaron en la tercera evaluación. La postergación de la recogida de datos en más de un trimestre con los mismos participantes pudo haber sido interesante de cara a los resultados obtenidos.

7. PERSPECTIVAS DE FUTURO

Los resultados obtenidos con esta investigación hacen plantear las siguientes líneas de trabajo:

- 1) Realizar un registro de la exposición a luz incidente de forma más amplia y exhaustiva. Se trataría de utilizar el dispositivo KW6 al mismo tiempo que el dispositivo HOB0 a modo de “colgante” para tener una mayor fiabilidad en el registro de la luz acumulada por los participantes, tanto en las aulas como fuera de estas. En ocasiones la pulsera se puede ver cubierta por la ropa y no deja que los sensores de luz queden expuestos.
- 2) El reclutamiento de un mayor tamaño en la muestra para obtener datos más consistentes y fiables en relación a los diferentes parámetros circadianos y variables evaluadas en este grupo de población escolar.
- 3) Otra propuesta es evaluar el cronotipo de los participantes y relacionarlo con los parámetros circadianos y la calidad del sueño de los participantes.
- 4) El seguimiento de los registros de los parámetros circadianos y las diferentes variables de forma longitudinal con el mismo alumnado de educación secundaria en cursos posteriores, sería de gran interés para analizar las fluctuaciones del ritmo sueño-vigilia y poder establecer pautas eficaces en la mejora de la calidad de sueño.
- 5) El uso de la agenda de sueño complementaria la información de los registros con el KW6 para tener una información útil y fiable de los hábitos diarios y de la propia higiene del sueño de los participantes.
- 6) Realizar este tipo de estudios con mayor profundidad podrá mejorar la enseñanza por medio de una detección precoz de los niveles de ansiedad en el alumnado (Torrano et al., 2017).
- 7) Las aportaciones del presente trabajo y otros afines, pueden ser de utilidad para que los directivos de los colegios contemplen medidas eficaces para realizar cambios estructurales para mejorar la iluminación de las aulas y favorecer el ajuste de los ritmos circadianos y calidad de sueño del alumnado.

8. CONCLUSIONES

El presente trabajo se ha desarrollado con grupo de adolescentes menores de edad en etapa escolar. A estas edades el ritmo sueño vigilia está caracterizado por un retardo de fase, que conlleva un mayor déficit de sueño y una mayor somnolencia diurna. Al mismo tiempo, se encuentra en un entorno influenciado, por un lado, por la disciplina impuesta por los padres en relación con una mayor rutina y desempeño de las tareas académicas en sus hogares, y por otro, por el deseo de ser más independientes. En base a estas circunstancias, los antecedentes expuestos y los resultados obtenidos en esta investigación se puede concluir que:

- 1) El alumnado participante en el estudio presenta un ritmo de temperatura periférica en el periodo con exámenes más desajustado significativamente que en el periodo sin exámenes; en cambio el ritmo de actividad motora presenta un mayor ajuste, aunque sin diferencias significativas.
- 2) El ajuste de ritmo de temperatura periférica en el periodo sin exámenes se ha visto influido por una mayor intensidad de luz incidente por la mañana; el mejor ajuste en el ritmo de actividad motora en el periodo con exámenes puede explicarse por una menor intensidad de luz nocturna y un mayor contraste de luz entre la mañana y la noche, y a una mayor rutina y disciplina con los horarios de sueño.
- 3) Las puntuaciones de la Ansiedad de Estado (cuestionario de STAIC) fueron significativamente más elevadas en el periodo de exámenes. La Ansiedad de rasgo no mostró diferencias entre los dos periodos. La Ansiedad Estado mostró así un efecto directo de los exámenes, aportando evidencia del hecho que el aprendizaje y el rendimiento escolar pueden verse afectados por la ansiedad creada ante un examen inminente. Estos resultados pueden haber contribuido a una peor valoración subjetiva de la calidad de sueño
- 4) Los resultados de calidad de sueño (COS y Actiwatch Sleep & Analysis) mostraron una disociación entre la valoración subjetiva y la valoración objetiva de calidad de sueño en el periodo de exámenes. A este hecho puede haber contribuido las mayores puntuaciones de Ansiedad de Estado que pueden haber provocado una subestimación de la valoración subjetiva. Aunque no explica del todo los resultados en todas las dimensiones analizadas.
- 5) Los resultados mejores en la valoración objetiva de la calidad de sueño en el periodo de exámenes pueden explicarse por un mejor ajuste del ritmo de actividad motora, a lo que ha contribuido una menor exposición a la luz nocturna y un mayor contraste entre la luz de la mañana y la noche y a la rutina y disciplina en los horarios de sueño por parte del alumno y/o de los padres.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, F. S., Almonacid, F. R., Aznar, M. M., Jiménez, M. G., Martínez, P. R., & Navarro, A. M. (2005). Hábitos de sueño y problemas relacionados con el sueño en adolescentes: relación con el rendimiento escolar. *Atención primaria, 35*(8), 408-414.

Andreu, M. M. (2013). Otros trastornos del sueño en la adolescencia: hipersomnias, parasomnias, trastornos del movimiento y del ritmo circadiano. *sema, 55*.

Arendt, J. (1998). Biological rhythms: the science of chronobiology. *Journal of the Royal College of Physicians of London, 32*(1), 27-35.

Aschoff, J. (1976). Circadian systems in man and their implications. *Hospital Practice, 11*(5), 51-57.

Bados López, A. (2006). Trastorno de ansiedad por separación: rechazo escolar y fobia escolar.

Barkmann, C., Wessolowski, N., & Schulte-Markwort, M. (2012). Applicability and efficacy of variable light in schools. *Physiology & behavior, 105*(3), 621-627.

Bausela Herreras, E. (2005). Ansiedad ante los exámenes: evaluación e intervención psicopedagógica. *Educere, 9*(31), 553-557.

Borbély, A. A. (1982). A two process model of sleep regulation. *Hum neurobiol, 1*(3), 195-204.

Borge, J. H., González, M. G., García, M. G., Rodríguez, M. A., Cabrera, A. S., & Montero, P. C. (2015). Hábitos y trastornos del sueño en adolescentes. *Rev Esp Patol Torac, 27*(4), 000-000.

Bugueño, M., Curihual, C., Olivares, P., Wallace, J., López-Alegría, F., Rivera-López, G., & Oyanedel, J. C. (2017). Calidad de sueño y rendimiento académico en alumnos de educación secundaria. *Revista médica de Chile, 145*(9), 1106-1114.

Buysse, D. J., Reynolds III, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry research, 28*(2), 193-213.

Bruni, O., Sette, S., Fontanesi, L., Baiocco, R., Laghi, F., & Baumgartner, E. (2015). Technology use and sleep quality in preadolescence and adolescence. *Journal of clinical sleep medicine, 11*(12), 1433-1441.

Cabanach, R. G., Souto-Gestal, A., & Franco, V. (2016). Escala de Estresores Académicos para la evaluación de los estresores académicos en estudiantes universitarios. *Revista iberoamericana de psicología y salud, 7*(2), 41-50.

Campbell, I. G., Burrigh, C. S., Kraus, A. M., Grimm, K. J., & Feinberg, I. (2017). Daytime sleepiness increases with age in early adolescence: a sleep restriction dose-response study. *Sleep, 40*(5), zsx046.

Carskadon, M.A., Vieira, C., & Acebo, C. (1993). Association between Puberty and Delayed Phase Preference. *Sleep, 16*(3), 258-262.

Carskadon, M. A., Wolfson, A. R., Acebo, C., Tzischinsky, O., & Seifer, R. (1998). Adolescent sleep patterns, circadian timing, and sleepiness at a transition to early school days. *Sleep, 21*(8), 871-881.

- Carskadon M. A. (2011). Sleep in adolescents: the perfect storm. *Pediatric clinics of North America*, 58(3), 637–647.
- Casari, L. M., Anglada, J., & Daher, C. (2014). Estrategias de afrontamiento y ansiedad ante exámenes en estudiantes universitarios. *Revista de Psicología (PUCP)*, 32(2), 243-269.
- Contreras, F., Espinosa, J. C., Esguerra, G., Haikal, A., Polanía, A., & Rodríguez, A. (2005). Autoeficacia, ansiedad y rendimiento académico en adolescentes. *Diversitas: perspectivas en psicología*, 1(2), 183-194.
- Choi, K., & Suk, H. J. (2016). Dynamic lighting system for the learning environment: performance of elementary students. *Optics express*, 24(10), A907-A916.
- Czeisler, C. A., Duffy, J. F., Shanahan, T. L., Brown, E. N., Mitchell, J. F., Rimmer, D. W., ... & Kronauer, R. E. (1999). Stability, precision, and near-24-hour period of the human circadian pacemaker. *Science*, 284(5423), 2177-2181.
- Daan, S., Beersma, D. G., & Borbély, A. A. (1984). Timing of human sleep: recovery process gated by a circadian pacemaker. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 246(2), R161-R183.
- Dahl, R. E. (1999). The consequences of insufficient sleep for adolescents. *Phi Delta Kappan*, 80(5), 354-359.
- Den Wittenboer, V. (2000). Time in bed, quality of sleep and school functioning of children. *Journal of sleep research*, 9(2), 145-153.
- Díaz-Morales, J. F., & Escribano, C. (2015). Social jetlag, academic achievement and cognitive performance: Understanding gender/sex differences. *Chronobiology international*, 32(6), 822-831.
- Estevan, I., Tassinio, B., Vetter, C., & Silva, A. (2022). Bidirectional association between light exposure and sleep in adolescents. *Journal of Sleep Research*, 31(2), e13501.
- Ferber, R. (2006). *Solve your child's sleep problems: new, revised*. Simon and Schuster.
- Francisquelo, N., & Furlan, L. A. (2016). Ansiedad ante los exámenes y rasgos de personalidad en estudiantes universitarios. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento (RACC)*, 8(1), 159-160.
- García, J. B., G-Portilla, M. P. G., Martínez, P. A. S., Fernández, M. T. B., Alvarez, C. I., & Domínguez, J. M. F. (2000). Propiedades psicométricas del cuestionario Oviedo de sueño. *Psicothema*, 107-112.
- Garcia, J., Rosen, G., & Mahowald, M. (2001, December). Circadian rhythms and circadian rhythm disorders in children and adolescents. In *Seminars in Pediatric Neurology* (Vol. 8, No. 4, pp. 229-240). WB Saunders.
- Gasperetti, C. E., Dolsen, M. R., & Harvey, A. G. (2021). The influence of intensity and timing of daily light exposure on subjective and objective sleep in adolescents with an evening circadian preference. *Sleep medicine*, 79, 166-174.
- Golombek, D. A., & Rosenstein, R. E. (2010). Physiology of circadian entrainment. *Physiological reviews*, 90(3), 1063-1102.

- González Pienda, J. A., & Núñez, J. C. (2005). La implicación de los padres y su incidencia en el rendimiento de los hijos. *Revista de psicología y educación*.
- Guerrero, J. M., Carrillo-Vico, A., & Lardone, P. J. (2007). La melatonina. *Investigación y ciencia*, 373, 30-38.
- Hagenauer, M. H., & Lee, T. M. (2012). The neuroendocrine control of the circadian system: adolescent chronotype. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 33(3), 211-229.
- Hagenauer, M. H., Perryman, J. I., Lee, T. M., & Carskadon, M. A. (2009). Adolescent changes in the homeostatic and circadian regulation of sleep. *Developmental neuroscience*, 31(4), 276-284.
- Hamilton, N., Freche, R., Zhang, Y., Zeller, G., & Carroll, I. (2021). Test anxiety and poor sleep: A vicious cycle. *International Journal of Behavioral Medicine*, 28(2), 250-258.
- Hastings, M. H. (1997). The vertebrate clock: localisation, connection and entrainment. In *Physiology and Pharmacology of Biological Rhythms* (pp. 1-28). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hernández Borge, J., García González, M. E., García, G., Antona Rodríguez, M. J., Sanz Cabrera, A., & Cordero Montero, P. (2015). Hábitos y trastornos del sueño en adolescentes. *Rev. esp. patol. torac*, 220-230.
- Hua, W. J., Jin, J. X., Wu, X. Y., Yang, J. W., Jiang, X., Gao, G. P., & Tao, F. B. (2015). Elevated light levels in schools have a protective effect on myopia. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 35(3), 252-262.
- Iruarrizaga, I., Gómez-Segura, J., Criado, T., Zuazo, M., & Sastre, E. (1999). Reducción de la ansiedad a través del entrenamiento en habilidades sociales. *Revista electrónica de motivación y emoción*, 2(1).
- J Madrid-Navarro, C., Sanchez-Galvez, R., Martinez-Nicolas, A., Marina, R., A Garcia, J., A Madrid, J., & A Rol, M. (2015). Disruption of circadian rhythms and delirium, sleep impairment and sepsis in critically ill patients. Potential therapeutic implications for increased light-dark contrast and melatonin therapy in an ICU environment. *Current pharmaceutical design*, 21(24), 3453-3468.
- Junker, A., Bjørngaard, J. H., Gunnell, D., & Bjerkeset, O. (2014). Sleep problems and hospitalization for self-harm: a 15-year follow-up of 9,000 Norwegian adolescents. The Young-HUNT Study. *Sleep*, 37(3), 579-585.
- Karimi, Z., & Massoumi, A. (2016). Assessment sleep quality and its relationship with test anxiety among high school students in Qom-Iran. *International journal of pediatrics*, 4(10), 3719-3726.
- Kräuchi, K., Cajochen, C., & Wirz-Justice, A. (2004). Waking up properly: is there a role of thermoregulation in sleep inertia?. *Journal of sleep research*, 13(2), 121-127.
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1986). *Estrés y procesos cognitivos* (No. 155.9042 L431e). Ed. Martínez-Roca.
- LeGates, T. A., Fernandez, D. C., & Hattar, S. (2014). Light as a central modulator of circadian rhythms, sleep and affect. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(7), 443-454.
- Lynch, D. K., Livingston, W. C., & Livingston, W. (2001). *Color and light in nature*. Cambridge university press.

- Marino, M., Li, Y., Rueschman, M. N., Winkelman, J. W., Ellenbogen, J. M., Solet, J. M., ... & Buxton, O. M. (2013). Measuring sleep: accuracy, sensitivity, and specificity of wrist actigraphy compared to polysomnography. *Sleep*, *36*(11), 1747-1755.
- Martín, J. M. A. (Ed.). (1993). *Introducción a la ciencia de materiales: técnicas de preparación y caracterización* (Vol. 20). Editorial CSIC-CSIC Press.
- Martinez-Nicolas, A., Ortiz-Tudela, E., Madrid, J. A., & Rol, M. A. (2011). Crosstalk between environmental light and internal time in humans. *Chronobiology international*, *28*(7), 617-629.
- Martinez-Nicolas, A., Ortiz-Tudela, E., Rol, M. A., & Madrid, J. A. (2013). Uncovering different masking factors on wrist skin temperature rhythm in free-living subjects. *PloS one*, *8*(4), e61142.
- Martinez-Nicolas, A., & Blázquez Manzanera, A. L. (2015). La hora de nuestro cuerpo. Monitorización Ambulatoria Circadiana. *Eubacteria*, nº 33.
- McCreery, J., & Hill, T. (2005). Illuminating the classroom environment. *School Planning and Management*, *44*(2), 1-3.
- McDonald, A. S. (2001). The prevalence and effects of test anxiety in school children. *Educational psychology*, *21*(1), 89-101.
- McMakin, D. L., & Alfano, C. A. (2015). Sleep and anxiety in late childhood and early adolescence. *Current opinion in psychiatry*, *28*(6), 483.
- Middleton, B., Stone, B. M., & Arendt, J. (2002). Human circadian phase in 12: 12 h, 200:< 8 lux and 1000:< 8 lux light-dark cycles, without scheduled sleep or activity. *Neuroscience letters*, *329*(1), 41-44.
- Mieres, D. O., & Medina, C. L. A. (2020). Relación entre calidad de sueño e indicadores de ansiedad y depresión. *ScientiAmericana*, *7*(2), 45-56.
- Minors, D. S., & Waterhouse, J. M. (2013). *Circadian rhythms and the human*. Butterworth-Heinemann.
- Modarresi, M. R., Faghihinia, J., Akbari, M., & Rashti, A. (2012). The Relation between Sleep Disorders and Academic Performance in Secondary School Students. *Journal of Isfahan Medical School*, *30*(206).
- Morrow, B. L. (2018). The impact of fluorescent and LED lighting on student attitudes and behavior in the classroom.
- Moscoso, M. S., & Oblitas, L. A. (1994). Hacia una psicología de la salud en el año 2000: Retos y promesas. *Psicología contemporánea*.
- Norazman, N., Ani, A. I. C., Jaâ, N. H., & Khoiry, M. A. (2018). Indoor Lighting in Classroom Environment Influences on Studentsâ€™ Learning Performance. *The Journal of Social Sciences Research*, 986-990.

- Okawa, M., Uchiyama, M., Ozaki, S., Shibui, K., & Ichikawa, H. (1998). Circadian rhythm sleep disorders in adolescents: clinical trials of combined treatments based on chronobiology. *Psychiatry and clinical neurosciences*, 52(5), 483-490.
- Ordóñez, J. L. (2012). Espectro electromagnético y espectro radioeléctrico. *Manual formativo de ACTA*, (62), 17-31.
- Ortiz-Tudela, E., Martínez-Nicolas, A., Campos, M., Rol, M. Á., & Madrid, J. A. (2010). A new integrated variable based on thermometry, actimetry and body position (TAP) to evaluate circadian system status in humans. *PLoS computational biology*, 6(11), 1-11.
- Polaino, A. (1993). Procesos afectivos y aprendizaje: intervención psicopedagógica. *J. Beltrán y cols.(eds.): Intervención psicopedagógica. Madrid: Pirámide*, 108-142.
- Pollak, C. P., Tryon, W. W., Nagaraja, H., & Dzwonczyk, R. (2001). How accurately does wrist actigraphy identify the states of sleep and wakefulness?. *Sleep*, 24(8), 957-965.
- Poza, J. J., Pujol, M., Ortega-Albás, J. J., & Romero, O. (2018). Melatonina en los trastornos de sueño. *Neurología*.
- Rodríguez, C. F., Canedo, M. D. M. F., Cerviño, S. F., & Enríquez, E. B. (2019). Ansiedad ante los exámenes en estudiantes de educación primaria: diferencias en función del curso y del género. *Publicaciones: Facultad de Educación y Humanidades del Campus de Melilla*, 49(2), 151-168.
- Roenneberg, T., Kuehne, T., Pramstaller, P. P., Ricken, J., Havel, M., Guth, A., & Mero, M. (2004). A marker for the end of adolescence. *Current biology*, 14(24), R1038-R1039.
- Rubiño, J. A., Gamundí, A., Akaarir, M., Cañellas, F., Rial, R., Ballester, N., & Nicolau, M. C. (2017). Effects of differences in the availability of light upon the circadian rhythms of institutionalized elderly. *Chronobiology international*, 34(9), 1197-1210.
- Sairitupac Santana, S., Varas Loli, R. P., Nieto-Gamboa, J., Silva Narvaste, B., & Rodríguez Taboada, M. A. (2020). Niveles de ansiedad de estudiantes frente a situaciones de exámenes: Cuestionario CAEX. *Propósitos y Representaciones*, 8(3).
- Salas, M. (1996). ¿Cómo preparar exámenes con eficacia? Madrid: Alianza Editorial.
- Samani, S. A. (2011). The Influence of light on student's learning performance in learning environments: A knowledge internalization perspective. *Journal of World Academy of Science, Engineering and Technology*, 81.
- Sarabia, J. A., Mondéjar, M. T., Rol, M. A., & Madrid, J. A. (2008). Influencia del ritmo de temperatura periférica sobre el ciclo sueño-vigilia. *Vigilia sueño*, 89-106.
- Sarabia, J. A., Rol, M. A., Mendiola, P., & Madrid, J. A. (2008). Circadian rhythm of wrist temperature in normal-living subjects: A candidate of new index of the circadian system. *Physiology & behavior*, 95(4), 570-580.
- Sarchiapone, M., Mandelli, L., Carli, V., Iosue, M., Wasserman, C., Hadlaczky, G. & Wasserman, D. (2014). Hours of sleep in adolescents and its association with anxiety, emotional concerns, and suicidal ideation. *Sleep medicine*, 15(2), 248-254.

- Sateia, M. J. (2014). International classification of sleep disorders. *Chest*, 146(5), 1387-1394.
- Satlin, A., Volicer, L., Stopa, E. G., & Harper, D. (1995). Circadian locomotor activity and core-body temperature rhythms in Alzheimer's disease. *Neurobiology of aging*, 16(5), 765-771.
- Segool, N. K., von der Embse, N. P., Mata, A. D., & Gallant, J. (2014). Cognitive behavioral model of test anxiety in a high-stakes context: An exploratory study. *School Mental Health*, 6(1), 50-61.
- Short, M. A., Gradisar, M., Wright, H., Lack, L. C., Dohnt, H., & Carskadon, M. A. (2011). Time for bed: parent-set bedtimes associated with improved sleep and daytime functioning in adolescents. *Sleep*, 34(6), 797-800.
- Sierra, J. C., Ortega, V., & Zubeidat, I. (2003). Ansiedad, angustia y estrés: tres conceptos a diferenciar. *Revista mal-estar e subjetividade*, 3(1), 10-59.
- Simonneaux, V., & Ribelayga, C. (2003). Generation of the melatonin endocrine message in mammals: a review of the complex regulation of melatonin synthesis by norepinephrine, peptides, and other pineal transmitters. *Pharmacological reviews*, 55(2), 325-395.
- Smick, K., Villette, T., Boulton, M. E., Brainard, G. C., Jones, W., Karpecki, P., ... & Shechtman, D. (2013). Blue light hazard: New knowledge, new approaches to maintaining ocular health. *Report of a roundtable sponsored by Essilor of America*.
- Solari, B. F. (2015). Trastornos del sueño en la adolescencia. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(1), 60-65.
- Soria, V., & Urretavizcaya, M. (2009). Ritmos circadianos y depresión. *Actas Esp Psiquiatr*, 37(4), 222-232.
- Suardiaz-Muro, M., Morante-Ruiz, M., Ortega-Moreno, M., Ruiz, M. A., Martín-Plasencia, P., & Vela-Bueno, A. (2020). Sueño y rendimiento académico en estudiantes universitarios: revisión sistemática. *Revista de neurología*, 43(53), 2-22.
- Spielberger, C. D. (2001). *STAI-C. Cuestionario de ansiedad estado/rasgo en niños*. Madrid: Tea.
- Torrano-Martínez, R., Ortigosa-Quiles, J. M., Riquelme-Marín, A., & López-Pina, J. A. (2017). Evaluación de la ansiedad ante los exámenes en estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria. *Revista de Psicología clínica con niños y adolescentes*, 4(2), 103-110.
- Torres, J. S. S., Cerón, L. F. Z., Amézquita, C. A. N., & López, J. A. V. (2013). Ritmo circadiano: el reloj maestro. Alteraciones que comprometen el estado de sueño y vigilia en el área de la salud. *Morfolia*, 5(3).
- Thorleifsdottir, B., Björnsson, J. K., Benediktsdottir, B., Gislason, T. H., & Kristbjarnarson, H. (2002). Sleep and sleep habits from childhood to young adulthood over a 10-year period. *Journal of psychosomatic research*, 53(1), 529-537.
- Van Someren, E. J. (2004). Sleep propensity is modulated by circadian and behavior-induced changes in cutaneous temperature. *Journal of Thermal Biology*, 29(7-8), 437-444.
- Vieira, C. M. C., Rui, J., & Portugal. (2006). *Educação familiar: estratégias para a promoção da igualdade de género*.

Walton, H. F., & Reyes, J. (1983). *Análisis químico e instrumental moderno*. Reverté.

Winterbottom, M., & Wilkins, A. (2009). Lighting and discomfort in the classroom. *Journal of environmental psychology, 29*(1), 63-75.

Witt-Enderby, P. A., Bennett, J., Jarzynka, M. J., Firestine, S., & Melan, M. A. (2003). Melatonin receptors and their regulation: biochemical and structural mechanisms. *Life sciences, 72*(20), 2183-2198.

Zhang, X., Dimitriou, D., & Halstead, E. J. (2021). Sleep, anxiety, and academic performance: a study of adolescents from public high schools in China. *Frontiers in psychology, 12*, 2567.

10. ANEXOS



Servicio Andaluz de Salud
CONSEJERÍA DE SALUD

Nombre

Fecha

Unidad/Centro

Nº Historia

CUESTIONARIO DE OVIEDO DEL SUEÑO

Población diana: Población general con trastornos depresivos. Se trata de un cuestionario **heteroadministrado** con 15 ítems, 13 de ellos se agrupan en 3 subescalas: satisfacción subjetiva del sueño (ítem 1), insomnio (ítems 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 3, 4, 5, 6, 7) e hipersomnio (ítems 2-5, 8, 9). Los 2 ítems restantes proporcionan información sobre el uso de ayuda para dormir o la presencia de fenómenos adversos durante el sueño. Cada ítem se puntúa de 1 a 5, excepto el ítem 1 que se hace de 1 a 7. La subescala de insomnio oscila entre 9 y 45, donde una mayor puntuación equivale a una mayor gravedad de insomnio.

Cuestionario de Oviedo del Sueño

Durante el último mes

1. ¿Cómo de satisfecho ha estado con su sueño?

1	Muy satisfecho
2	Bastante satisfecho
3	Insatisfecho
4	Término medio
5	Satisfecho
6	Bastante satisfecho
7	Muy satisfecho

2. ¿Cuántos días a la semana ha tenido dificultades para

		Ninguno	1-2 d/s	3 d/s	4-5 d/s	6-7 d/s
2.1	Conciliar el sueño	1	2	3	4	5
2.2	Permanecer dormido	1	2	3	4	5
2.3	Lograr un sueño reparador	1	2	3	4	5
2.4	Despertar a la hora habitual	1	2	3	4	5
2.5	Excesiva somnolencia	1	2	3	4	5

3. ¿Cuánto tiempo ha tardado en dormirse, una vez que lo intentaba?

1	0-15 minutos
2	16-30 minutos
3	31-45 minutos
4	46-60 minutos
5	más de 60 minutos

4. ¿Cuántas veces se ha despertado por la noche?

1	Ninguna vez
2	1 vez
3	2 veces
4	3 veces
5	más de 3 veces

Si normalmente se despertó Vd. piensa que se debe a.....(Información clínica)

- a) Dolor
- b) Necesidad de orinar
- c) Ruido
- d) Otros. Especificar.

5. ¿Ha notado que se despertaba antes de lo habitual? En caso afirmativo ¿Cuánto tiempo antes?

1	Se ha despertado como siempre
2	Media hora antes
3	1 hora antes
4	Entre 1 y 2 horas antes
5	Más de 2 horas antes

6. Eficiencia del sueño (horas dormidas/horas en cama) Por término medio, ¿Cuántas horas ha dormido cada noche? _____ ¿Cuántas horas ha permanecido habitualmente en la cama? _____

1	91-100%
2	81-90%
3	71-80%
4	61-70%
5	60% o menos

7. Cuántos días a la semana ha estado preocupado/a o ha notado cansancio o disminución en su funcionamiento sociolaboral por no haber dormido bien la noche anterior?

1	Ningún día
2	1-2 días/semana
3	3 días/semana
4	4-5 días/semana
5	6-7 día/semana

8. ¿Cuántos días a la semana se ha sentido demasiado somnoliento, llegando a dormirse durante el día o durmiendo más de lo habitual por la noche?

1	Ningún día
2	1-2 días/semana
3	3 días/semana
4	4-5 días/semana
5	6-7 día/semana

9. Si se ha sentido con demasiado sueño durante el día o ha tenido períodos de sueño diurno ¿Cuántos días a la semana ha estado preocupado o ha notado disminución en su funcionamiento solcio-laboral por ese motivo?

1	Ningún día
2	1-2 días/semana
3	3 días/semana
4	4-5 días/semana
5	6-7 día/semana

10. ¿Cuántos días a la semana ha tenido (o le han dicho que ha tenido).....? (Información clínica)

		Ninguno	1-2 d/s	3 d/s	4-5 d/s	6-7 d/s
a)	Ronquidos	1	2	3	4	5
b)	Ronquidos con ahogo	1	2	3	4	5
c)	Movimientos de las piernas	1	2	3	4	5
d)	Pesadillas	1	2	3	4	5
e)	Otros	1	2	3	4	5

11. ¿Cuántos días a la semana ha tomado fármacos o utilizado cualquier otro remedio (infusiones, aparatos, etc.), prescrito o no, para ayudarse a dormir? (Información clínica)

a	Ningún día
b	1-2 días/semana
c	3 días/semana
d	4-5 días/semana
e	6-7 día/semana

Si ha utilizado alguna ayuda para dormir (pastillas, hierbas, aparatos, etc), describir

CATEGORIAS	ÍTEMS	PUNTOS
Satisfacción subjetiva del sueño	Ítem 1	
Insomnio	Ítems 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 3, 4, 5, 6, 7	
Hipersomnio	Ítems 2-5, 8, 9	
PUNTUACIÓN TOTAL		

Bibliografía

- Bobes García J, González G.-Portilla MP, Saíz Martínez PA, Bascarán Fernández MT, Iglesias Álvarez C, Fernández Domínguez JM. Propiedades psicométricas del cuestionario Oviedo de sueño. *Psicothema* 2000;12(1):107-12.

STAI C

AUTOEVALUACION E/R

Apellidos _____ Nombre _____
Edad _____ Sexo (V-M) _____ Centro _____ Fecha _____

INSTRUCCIONES

PRIMERA PARTE Frases 1 a 20.

En la primera parte encontrarás unas frases usadas para decir algo de tí mismo. Lee cada frase y señala la respuesta que diga mejor cómo te SIENTES AHORA MISMO, en este momento. No hay respuestas buenas ni malas. No te detengas demasiado en cada frase y contesta señalando la respuesta que diga mejor cómo te encuentras AHORA.

SEGUNDA PARTE Frases 1 a 20.

En la segunda parte encontrarás más frases usadas para decir algo de tí mismo. Lee cada frase y señala la respuesta que diga mejor cómo te SIENTES EN GENERAL, no sólo en este momento. No hay respuestas buenas ni malas. No te detengas demasiado en cada frase y contesta señalando la respuesta que diga mejor cómo te encuentras GENERALMENTE.



Autor: C.D. Spielberger.

Copyright original de C.D. Spielberger; © 1970 by Consulting Psychologists Press, Inc., Palo Alto, California, USA.

Copyright © 1989 by TEA Ediciones, S.A. - Publicado con permiso; Edita: TEA Ediciones, S.A. - Fray Bernardino de Sahagún, 24; 28036 Madrid - Prohibida la reproducción total o parcial. Todos los derechos reservados - *Este ejemplar está impreso en tinta azul. Si le presentan otro en tinta negra, es una reproducción ilegal. En beneficio de la profesión y en el suyo propio, NO LA UTILICE* - Printed in Spain. Impreso en España por Aguirre Campano; Daganzo, 15 dpdo.; 28002 MADRID - Depósito legal: M - 24588 - 1989.

PRIMERA PARTE

	Nada	Algo	Mucho
1. Me siento calmado	1	2	3
2. Me encuentro inquieto	1	2	3
3. Me siento nervioso	1	2	3
4. Me encuentro descansado	1	2	3
5. Tengo miedo	1	2	3
6. Estoy relajado	1	2	3
7. Estoy preocupado	1	2	3
8. Me encuentro satisfecho	1	2	3
9. Me siento feliz	1	2	3
10. Me siento seguro	1	2	3
11. Me encuentro bien	1	2	3
12. Me siento molesto	1	2	3
13. Me siento agradablemente	1	2	3
14. Me encuentro atemorizado	1	2	3
15. Me encuentro confuso	1	2	3
16. Me siento animoso	1	2	3
17. Me siento angustiado	1	2	3
18. Me encuentro alegre	1	2	3
19. Me encuentro contrariado	1	2	3
20. Me siento triste	1	2	3

VUELVE LA HOJA Y ATIENDE AL EXAMINADOR PARA HACER LA SEGUNDA PARTE

SEGUNDA PARTE

	Casi nunca	A veces	A menudo
1. Me preocupa cometer errores	1	2	3
2. Siento ganas de llorar	1	2	3
3. Me siento desgraciado	1	2	3
4. Me cuesta tomar una decisión	1	2	3
5. Me cuesta enfrentarme a mis problemas	1	2	3
6. Me preocupo demasiado	1	2	3
7. Me encuentro molesto	1	2	3
8. Pensamientos sin importancia me vienen a la cabeza y me molestan	1	2	3
9. Me preocupan las cosas del colegio	1	2	3
10. Me cuesta decidirme en lo que tengo que hacer	1	2	3
11. Noto que mi corazón late más rápido	1	2	3
12. Aunque no lo digo, tengo miedo	1	2	3
13. Me preocupo por cosas que puedan ocurrir	1	2	3
14. Me cuesta quedarme dormido por las noches	1	2	3
15. Tengo sensaciones extrañas en el estómago	1	2	3
16. Me preocupa lo que otros piensen de mí	1	2	3
17. Me influyen tanto los problemas que no puedo olvidarlos durante un tiempo	1	2	3
18. Tomo las cosas demasiado en serio	1	2	3
19. Encuentro muchas dificultades en mi vida	1	2	3
20. Me siento menos feliz que los demás chicos	1	2	3

COMPRUEBA SI HAS CONTESTADO A TODAS LAS FRASES CON UNA SOLA RESPUESTA