



UNIVERSIDAD ESPECIALIZADA DE LAS AMÉRICAS

Facultad de Ciencias Médicas y Clínicas

Trabajo de Grado para optar por el título de Licenciado (a)
en Doctorado Profesional en Optometría

Tesis

**Efecto de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del
sueño, de pacientes jóvenes.
Chilibre, Panamá. octubre a noviembre de 2020.**

Presentado Por:
Vásquez Zambrano, Roxana Jeannine
8 -908-42

Asesor:
Dr. Juan Manuel Muñoz

Panamá, 2021

DEDICATORIA

A Dios por brindarme el don más preciado, la vida y poder vivirla conforme a su voluntad.

A mi mamá que es el ser que me ha acompañado en el transcurso de mi vida en todas mis metas y nunca me deja sola cada triunfo es para ella por creer en mí.

A mi papá que es el motor de la familia nos impulsa a nunca dejar nuestras metas y seguir hasta alcanzarlas.

A mis abuelos maternos que están orgullosos por seguir los estudios y no dejarlos nunca, con su carisma y amor siempre me dan fuerzas para seguir este camino.

A mis abuelos paternos que en el transcurso de mis estudios fallecieron, aunque no están presentes puedo sentir de alguna manera cómo me guían.

A mis hermanos quienes han sido mis pilares durante la vida y me han apoyado en cada cosa que me propongo y demostrarme que la familia a pesar de todo es lo primero.

Gracias a todos los que formaron parte de este trayecto, dándome apoyo emocional y económico. Fue largo el camino, pero en esta vida todo se logra si te lo propones.

Roxana Jeannine, Vásquez Z.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por mantenerme con salud y guiarme en este arduo camino agradezco la sabiduría y fortaleza para alcanzar cada propósito conforme a su voluntad, a mi madre y a mi padre, por estar siempre ahí apoyándome, guiándome y acompañándome en las situaciones apasionantes y momentos de superación. Para mi familia, porque a pesar de que no están cerca, siempre creyeron en mí e hicieron un gran aporte en el logro de mis objetivos y son mi inspiración para culminar mis estudios, llenándome de perseverancia, optimismo, constancia, motivación e ilusión propia para lograr esta meta. A los amigos que son de verdad y me han apoyado en este largo camino. Para los profesores que me han aportado experiencia y docencia a lo largo de mi carrera, importantes no solo en el campo de estudio, sino también para la vida. Así mismo, a mi asesor, Juan Manuel Muñoz por brindarme sus conocimientos y guiarme en este camino, un poco difícil, pero con la satisfacción de haber alcanzado la meta.

Roxana Jeannine, Vásquez Z.

RESUMEN

La luz azul emitida por los dispositivos digitales tiene un efecto disruptivo sobre el sueño, lo que indica una relación compartida entre estos dos conceptos. La luz azul es esencial porque tiene una longitud de onda específica fuera de todo el rango espectral. Esto significa que los dispositivos digitales no son la única fuente de luz azul, porque también puede ocurrir de forma natural (luz solar). Sin embargo, las fuentes de luz artificial, como los dispositivos digitales, están más concentradas en luz azul que cualquier otra fuente de luz.

El objetivo de este estudio, el cual es cuantitativo de investigación, de carácter descriptivo y de corte transversal, es establecer de qué manera se ve afectado el ciclo del sueño por la luz azul que emiten los dispositivos digitales, según los resultados obtenidos indica que los dispositivos digitales afectan negativamente a la calidad del sueño, lo que de hecho es perjudicial para nuestra salud. Además de otros problemas relacionados con la existencia, también existen efectos secundarios muy preocupantes, como problemas visuales (fatiga visual).

Los resultados obtenidos respondieron a la pregunta principal, y se llegó a la conclusión de que la luz azul es muy nociva para nuestros ojos cuando se sobreexpone a ella, pero a su vez es necesario para tener controlado el reloj biológico. Si el ciclo del sueño encuentra alterado hay dificultad para conciliar el sueño, se dificulta poder levantarse a la hora habitual, las cantidades de horas dormido varían de un día con otro, no se logra un sueño reparador y por esto sentimos insatisfacción por el sueño, existe somnolencia diurna y a su vez se presentan con síntomas visuales los cuales describen una: fatiga visual.

Palabras clave: Luz azul, ciclo del sueño, calidad de sueño, dispositivos digitales, somnolencia, tiempo de exposición.

ABSTRACT

Blue light emitted by digital devices has a disruptive effect on sleep, indicating a shared relationship between these two concepts. Blue light is essential because it has a specific wavelength outside the entire spectral range. This means that digital devices are not the only source of blue light, because it can also occur naturally (sunlight). However, artificial light sources, such as digital devices, are more concentrated in blue light than any other light source.

The objective of this study which is quantitative research, descriptive and cross-cutting, is to establish how the cycle of sleep is affected by the blue light emitted by digital devices, according to the results obtained indicates that digital devices negatively affect sleep quality, which is in fact detrimental to our health. In addition to other problems related to existence, there are also very worrying side effects, such as visual problems (visual fatigue).

The results obtained answered the main question, and it was concluded that blue light is very harmful to our eyes when overexposed to it, but in turn it is necessary to keep an eye on the biological clock. If the sleep cycle finds it altered there is difficulty falling asleep, it is difficult to get up at the usual time, the amounts of hours slept vary from day to day, no restful sleep is achieved and for this reason we feel dissatisfaction with sleep, there is daytime sleepiness and in turn present with visual symptoms which describe a : visual fatigue.

Keywords: Blue light, sleep cycle, sleep quality, digital devices, drowsiness, exposure time.

CONTENIDO GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.1 Planteamiento del problema: Antecedentes teóricos, situación actual.	15
1.2 Justificación:	17
1.3 Hipótesis de la Investigación	18
1.4 Objetivos de la Investigación:.....	18
1.4.1 Objetivo General	18
1.4.2 Objetivos Específicos	18
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1 Anatomía del ojo y la retina.....	21
2.2 Radiación Óptica	27
2.2.1 Radiaciones y daños fototóxicos.	28
2.3 Ciclo Visual: Transducción de la luz	28
2.3.1 Pigmentos Visuales	30
2.3.2 Anatomía del ciclo visual	31
2.3.3 El ciclo visual clásico	32
2.3.4 El ciclo visual del cono.....	34
2.4 La Luz Azul.....	35
2.5 Efectos perjudiciales de la luz azul	37
2.6 Fototoxicidad de la Luz Azul	40
2.7 El sueño	41
2.8 El ciclo del sueño (reloj biológico)	43
2.9 Etapas del sueño	44
2.10 Horas de sueño	45
2.10.1 Importancia de las horas de sueño.	46
2.11 Calidad del sueño.....	47
2.12 Efectos de la privación o exceso de sueño	48
2.13 La melatonina y el ciclo del sueño	48

2.14 Luz azul de dispositivos digitales y la afectación en el ciclo del sueño.....	50
2.15 Cronointerrupción. La luz azul en períodos nocturnos.	50
2.16 SVI (síndrome visual informático)	51
2.16.1. Fatiga por exposición	52
2.16.2 Factores que influyen en la aparición de sintomatología.....	52
2.17 Más que 20 segundos	55
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	58
3.1 Diseño de la investigación y tipo de estudio	58
3.2 Población, sujeto y tipo de muestra estadística.....	58
3.3 Variables - definición conceptual y operacional.	60
3.4. Instrumentos y/ o técnicas de recolección de datos y/o materiales y/o equipos de insumos y /o infraestructura que se va a realizar.....	62
3.5 Procedimiento	63
CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	66
CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	69
LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS E INFOGRAFÍA.....	102
ANEXO N°1.....	108
INDICE DE GRÁFICAS.....	121
INDICE DE CUADROS	124

INTRODUCCIÓN

Actualmente, estamos rodeados de dispositivos digitales (televisores, teléfonos móviles, tabletas, etc.) que emiten luz azul desde la pantalla, interactuando desde el trabajo, en el hogar en los ocios etc. A partir del 2017, aproximadamente no están sugiriendo el uso de estos dispositivos, ya que puede tener efectos sobre nuestro sueño.

Los dispositivos digitales forman parte de nuestro día a día, desde el momento en que nos levantamos de la cama hasta que nos volvemos acostar. Estos dispositivos que utilizamos diariamente contienen emisores de luz LED, que emiten luz blanca, pero esta presenta un pico de emisión en el rango de luz azul.

La luz azul visible de longitud de onda corta en el espectro electromagnético va de 380 nm a 500 nm que contiene luz violeta, índigo, azul y luz azul verdosa, esto cumple un papel contradictorio en la salud y la visión. La luz azul no solo es fundamental para la visión del color, sino también es importante para actividades fisiológicas como la coordinación del ritmo circadiano y la constricción de la pupila, no obstante, la luz azul es muy dañina para la visión.

Los seres vivos muestran actividad rítmica se sincroniza las 24 horas del día de forma constante a lo largo del día. Esto sucede gracias a la presencia del ciclo del sueño o también conocido como ritmo circadiano, el cual es controlado por una hormona llamada melatonina. Esta hormona contiene un fotorreceptor especializado llamado, melanopsina el cual es responsable de medir el ciclo del sueño en el ser humano.

La melatonina es una hormona que promueve la somnolencia, y la luz azul suprime la producción de melatonina. Los humanos evolucionaron para mantener un ciclo sueño-vigilia basado en la salida y puesta del sol. Cuando estamos expuestos sólo a la luz natural del sol, los niveles de melatonina son bajos durante el día, comienzan a aumentar en la noche después de la puesta del sol, alcanzar su pico en el medio de la noche, y luego disminuir gradualmente hasta la mañana.

La luz azul que emanan los dispositivos digitales reduce la secreción de la melatonina, haciendo que sea más difícil conciliar el sueño y permanecer estable durante unas horas. El uso de dispositivos que producen luz azul artificial en la noche y la noche interrumpe nuestro ciclo natural sueño-vigilia engañando al cerebro para que no produzca melatonina antes de acostarse. Esto hace que nos sintamos menos somnolientos de lo que deberíamos a la hora de acostarnos.

Las investigaciones han demostrado que el ciclo del sueño se ve afectado por la prolongada exposición de luz azul emitida por dispositivos digitales, durante el día, porque esto genera insatisfacción. La satisfacción del sueño se mide de acuerdo con la cantidad de horas de sueño. El adulto duerme entre 7 – 8 horas diarias, al estar por debajo de este rango, genera insatisfacción y si está por encima también genera insatisfacción, ya que la cantidad de horas dormido está relacionada con la satisfacción del sueño. Lograr permanecer dormido es un reto, esto se ve afectado por las altas exposiciones a dispositivos digitales antes de dormir, presentando interrupciones en el momento de conciliar el sueño, generando así insatisfacción del sueño. Se dice que el uso de dispositivos digitales antes de dormir dificulta la conciliación del sueño provocando somnolencias. La somnolencia se refiere a la incapacidad de permanecer despierto y alerta durante todo el día, y los ataques prolongados pueden provocar somnolencia o sueño

involuntarios. Cuando la higiene del sueño es deficiente, las actividades diarias pueden verse afectadas por la fatiga o la falta de atención. Esto impacta directamente el desempeño durante el sueño, la población más vulnerable son los adultos jóvenes, debido al incremento de usos de dispositivos digitales en la actualidad.

En la actualidad, la sociedad ha quedado más expuesta a dispositivos digitales, ya que están profundamente integrados en nuestra vida diaria. El 90% de los hogares tiene al menos una computadora, teléfono inteligente o tableta. Un hogar tiene alrededor de cinco o más de estos dispositivos, y entre el 40% y el 60% de las personas experimentan síntomas visuales u oculares prolongados cuando ven pantallas electrónicas.

Estudios previos han hallado que los dispositivos digitales más utilizados actualmente son celulares, computador y televisor; es muy común que los jóvenes adultos posean, por lo menos uno, para cualquier actividad, ya sea de ocio, académico o laboral. Las pantallas LED de los nuevos dispositivos digitales hacen que alta exposición a éstos, genere estrés ocular. Los expertos dicen que la proliferación de dispositivos electrónicos de uso común, como tabletas y teléfonos móviles, computadoras y televisores, tiene un impacto significativo en la fatiga ocular, que puede representar un riesgo para la retina y provocar ceguera.

Los problemas visuales o síntomas que se asocian con el SVI suelen ser astenópicos, oculares, visuales y extraoculares. La aparición de algunos o varios de estos síntomas depende de un cúmulo de factores visuales, posturales y ambientales. Los ojos son en realidad los primeros en verse afectados. El

síndrome de visión por computadora (SVI) es una de las enfermedades principales en aparecer a la alta exposición de dispositivos digitales

Estos síntomas incluyen fatiga, dolor de cabeza, irritación ocular, ardor, fatiga ocular, enrojecimiento, sequedad, visión borrosa o doble y se conocen colectivamente como fatiga ocular digital. Aunque los síntomas suelen ser de corta duración y desaparecen poco después de usar el dispositivo, algunas personas experimentan molestias en los ojos durante un tiempo, después de mirar la pantalla electrónica durante mucho tiempo. Mucha gente especula que los altos niveles de luz azul emitida por las pantallas digitales, pueden ser la causa de la fatiga ocular digital.

Un considerable número de investigadores ha referido que la adicción a internet es un factor que afecta de manera directa al ciclo del sueño. En la actualidad entre las edades de 15-35 años todos cuenta con un dispositivo digital y lo utilizan aproximadamente 12 horas entre celular y computadora sin intervalos de descansos. Aquellos que utilizan estos dispositivos con fin de comunicación, académico o juegos en línea, presentan disminución en la duración del sueño.

Prolifera la preocupación sobre cuánta exposición a la luz azul es suficiente para causar un daño duradero a nuestra visión, pero podría estar contribuyendo a la degeneración macular (pérdida de la visión central), una condición normalmente asociada con el avance de la edad. Para estar seguros, sería prudente limitar nuestra exposición.

Las investigaciones han demostrado que los trastornos del sueño no se limitan solo a reducir su duración. También existen obstáculos importantes en el

desarrollo del sueño, que deben estar relacionados con la calidad del sueño. Existe una diferencia entre el sueño de noche y el sueño de día.

Este estudio de los efectos genera la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, cobra cada día más relevancia dado que la luz azul de los dispositivos digitales afecta los niveles de melatonina al obstaculizar su producción, lo que hace más difícil dormirse y permanecer dormido. Es más seguro abstenerse de usar estos dispositivos una hora antes de acostarse para garantizar un mejor sueño. Permanecer despierto hasta tarde y desplazarse por el teléfono puede interrumpir su sueño y conducir a la somnolencia diurna.

CAPITULO I

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema: Antecedentes teóricos, situación actual.

Los humanos, como todas las criaturas, viven en un entorno de 24 horas, en el que la luz y la oscuridad siguen un patrón diurno. Nuestro marcapasos circadiano, los núcleos supraquiasmáticos (SCN) en el hipotálamo, está atrapado al día solar de 24 horas a través de una vía desde la retina y sincroniza nuestros ritmos biológicos internos.

Las variaciones rítmicas en la iluminación ambiental afectan a comportamientos como el descanso durante el sueño y la actividad durante la vigilia, así como sus procesos biológicos subyacentes. La disponibilidad de luz artificial ha cambiado el ambiente de luz, especialmente durante las horas de la noche. Esto puede aumentar el riesgo de desarrollar trastornos circadianos del sueño-vigilia, que a menudo son causados por una desincronización de los ritmos circadianos y ciclos externos luz-oscuridad. Mientras que la relación exacta entre la disponibilidad de luz artificial y trastornos circadianos del sueño-vigilia está por establecerse, se ha demostrado que la luz nocturna altera los ritmos circadianos y el sueño en los seres humanos.

El uso de la luz azul es cada vez más destacado en nuestra sociedad, y un gran segmento de la población mundial está ahora sujeto a la exposición diaria de luz artificial en un momento inusual del día (noche). Debido a que la luz tiene un efecto acumulativo y muchas características diferentes (por ejemplo, longitud de onda, intensidad, duración de la exposición, hora del día), es importante tener en cuenta la salida espectral de la luz para disminuir el peligro que provoca la exposición a la luz azul.

El uso de dispositivos digitales contribuye en los problemas de sueño. Exposición a la longitud de onda de la luz azul en particular de estos dispositivos, puede afectar el sueño mediante la supresión de la melatonina causando excitación neurofisiológica.

Hoy en día los seres humanos, además de la luz natural del día, también están expuestos a una cantidad considerable de luz artificial. Éste es especialmente el caso en las horas de la noche, en otros términos, cuando el sistema circadiano es más sensible a los retrasos de fase inducidos por la luz. De manera que, la luz artificial puede retrasar la sincronización del reloj circadiano y, en consecuencia, dormir. De hecho, la luz de las pantallas LED se ha sugerido repetidamente para interferir con el sueño y los procesos fisiológicos involucrados, como la secreción de melatonina.

Varios estudios han reportado que la propiedad y el uso del teléfono inteligente antes de acostarse, pueden estar asociados con problemas de sueño, disminución de la eficiencia del sueño, latencia de inicio del sueño más larga, mala calidad del sueño y su retraso, lo que también acorta la duración del sueño. Los smartphones modernos contienen una función de "cambio de turno de noche" que cambia el balance de color en las horas de la noche. En la actualidad no se conoce cuánto de los efectos perjudiciales reportados del uso del teléfono inteligente en el sueño, se debe a la luz per se, o a alguna otra característica.

El uso de smartphones, tablet y portátiles puede retrasar el inicio del sueño. Un factor es la luz emitida por sus pantallas. Usando el modo "night shift" de los teléfonos inteligentes modernos, el balance de color de la pantalla se puede cambiar a colores "más cálidos" y anaranjados agotados en la luz de longitud de onda corta. Esto equivale a una reducción de la activación de melanopsina en un 67% con el brillo de la pantalla completa. Esto puede parecer una gran reducción al principio, aunque simplemente atenuando el teléfono inteligente a su nivel

mínimo, la activación de melanopsina se puede reducir a menos del 1% de la activación con el máximo brillo de la pantalla. Si el "modo de turno nocturno" tiene o no un efecto apreciable en el sistema circadiano y cómo interactúa con otras propiedades del uso del teléfono inteligente no se conoce actualmente.

Problema de investigación:

¿Afecta la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes? Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre de 2020.

1.2 Justificación:

La luz es muy importante para la visión, pero puede afectar a los seres humanos en su comportamiento, estado de ánimo y salud a través de vías que no sean del sistema visual. Uno de los caminos de los cuales la luz puede afectar a los seres humanos por medio del ciclo del sueño.

La iluminación tiene características importantes que afectan el ciclo del sueño humano incluyen cantidad, tiempo, duración, exposición y distribución de energía espectral de la fuente de luz y espacial. El ciclo del sueño responde a la luz de manera diferente a la del sistema visual, este es máximamente sensible a la luz de longitud de onda corta ("azul"), con una sensibilidad espectral máxima en torno a 460 nm, mientras que el sistema visual es mucho más sensible a la porción de onda media del espectro visible alrededor 555 nm.

Utilizar dispositivos digitales que emiten luz azul como smartphones, tabletas y computadoras portátiles tiene efectos negativos en el sueño debido a estimulación de la luz y/o uso excesivo problemático. Por otra parte, hay un problema emergente y preocupante, el uso excesivo de estas nuevas tecnologías en las

personas de todas las edades reportadas por varios estudios, como todos somos conscientes de la hora de acostarse, la hora de despertar y la calidad subjetiva de sueño, nuestra apreciación de la importancia del ciclo sueño-vigilia debe mejorarse aún más cuando se enfrenta a la consecuencia de su interrupción.

1.3 Hipótesis de la Investigación

Hipótesis General: El tiempo de exposición prolongado a la luz azul de dispositivos digitales origina alteraciones en el ciclo de sueño en pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre de 2020.

1.4 Objetivos de la Investigación:

1.4.1 Objetivo General

- Establecer de qué manera afecta la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre de 2020.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Medir la satisfacción del sueño que tienen los pacientes.
- Determinar si hay dificultad para conciliar el sueño
- Evaluar si hay dificultad en mantener el sueño o permanecer dormido
- Especificar si hay dificultad para despertar en la hora habitual.
- Identificar si hay excesiva somnolencia.
- Detectar que tiempo se tarda en dormir una vez lo intentes.
- Detallar si en algún momento del día suelen presentar sintomatología.
- Justificar cuánto tiempo se pasa viendo la pantalla de dispositivos electrónicos incluyendo celular, tablet, computadoras, y televisor.
- Determinar cuál dispositivo digital se utiliza diariamente.

- Determinar en qué momento del día suele ser más notorio el dolor de cabeza.
- Analizar la calidad del sueño
- Identificar la hora de irse a la cama y la hora de despertarse.
- Calcular la cantidad de horas que permanece dormido.
- Comprobar la correlación que existe entre el uso de dispositivos digitales y su influencia en las horas de sueño.

CAPÍTULO II

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Anatomía del ojo y la retina

El ojo es un órgano altamente especializado compuesto por tejidos y estructuras, la estructura y función de estos tejidos son muy diferentes, y su diseño puede cumplir con varios requisitos específicos para él. La órbita y los párpados protegen frente a los traumatismos y éstos también lubrican la superficie ocular. Los fotorreceptores de ambos ojos enfocan los rayos de luz debido a la contribución específica de varios tejidos: la córnea, el cristalino, el iris, el humor acuoso, el cuerpo vítreo y los músculos extraoculares (Guerrero, 2012). La circulación interna del humor acuoso y la preparación excepcional de los muy diferenciados sistemas vasculares que existen en el interior del ojo cubren las necesidades de nutrición de los tejidos transparentes. La luz se transforma en una imagen de nuestro entorno gracias a un sofisticado procedimiento de las señales que se originan en los fotorreceptores procesamiento que comienza allá en la retina y conlleva la participación de los núcleos laterales del cuerpo geniculado y de varias áreas corticales cerebrales además de la corteza visual del cerebro.

El ojo humano está dividido en dos segmentos, anterior y posterior, cada uno de las cuales contiene estructuras muy relacionadas con la anatomía y la función. (Guerrero, 2012).

El segmento anterior está agrupado por estructuras que van desde los párpados y la cara cristaliniana anterior; incluyendo los anexos oculares, cristalino, iris, cuerpo ciliar, cámara anterior, posterior y ángulo camerular. Constituido por estructuras expuestas como lo son córnea conjuntiva y párpado. (Guerrero, 2012)

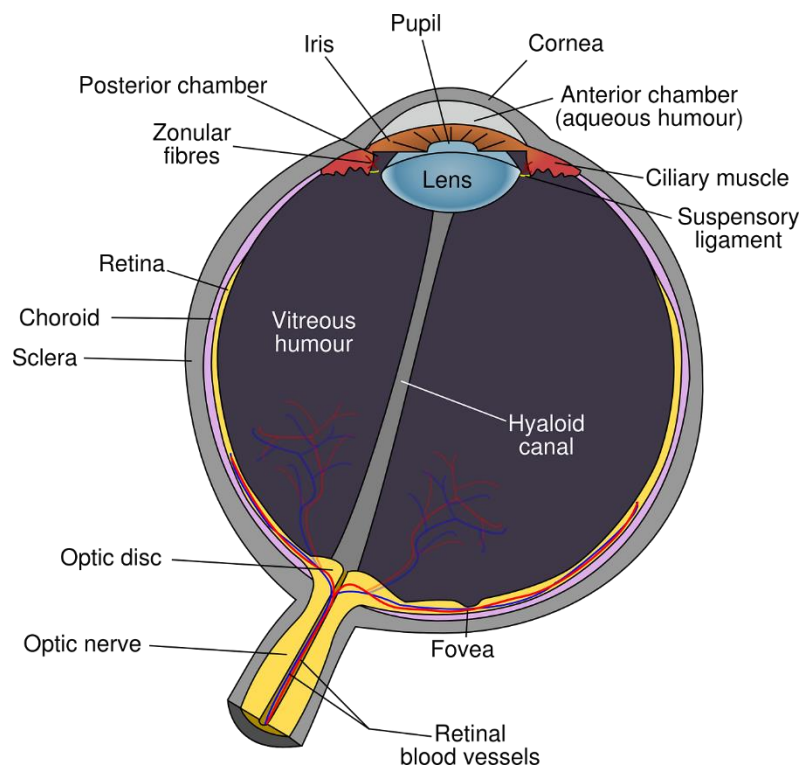


Ilustración 1: Anatomía del ojo humano (Writing, R. 2020).

El segmento posterior incluye un grupo de estructuras que se agrupan por detrás del cristalino, que incluyen: vítreo, retina, coroides, nervio óptico, sistemas vasculonerviosos orbitario y estructuras de la vía del nervio óptico. (Guerrero, 2012). Estaremos explicando todas las partes del globo ocular de la más externa hasta la más interna.

Los párpados forman parte de los anexos oculares, cuya función es mantener la integridad de la superficie corneal y distribución de la película lagrimal, mantener los globos oculares en su posición adecuada y proteger al ojo frente a las agresiones procedentes del exterior como la conjuntiva, una membrana mucosa que recubre toda la superficie interna del párpado superior e inferior y se extiende hasta el limbo sobre la superficie del globo ocular. Ésta consta de dos funciones principales: la función protectora y la función mecánica. El aparato lagrimal, por su parte, está formado por un conjunto de componentes que trabajan juntos para

lubricar y proteger el globo ocular, está dividido en dos porciones: el sistema secretor que produce la película lagrimal cuya estructura principal es la glándula lagrimal principal, y el segmento excretor, que la elimina y cuyas estructuras principales son los puntos y canaliculos lagrimales, el saco lagrimal y el conducto naso lagrimal.

La esclerótica es la parte más externa, ésta tiene una apariencia opaca cuya función es proteger el globo ocular, se extiende hasta la córnea, una capa transparente gracias a la ordenación de fibras de colágeno en un medio óptico de agua y por su avascularización nutrida por el humor acuoso y la lágrima. Posteriormente está el humor acuoso, líquido transparente que rellena toda la cámara anterior y posterior del globo ocular. Sus funciones son nutrir las estructuras avasculares del ojo (córnea y cristalino) y regular la presión intraocular por el equilibrio existente entre su producción y drenaje, luego le sigue el cristalino, medio transparente, lente biconvexa, avascular y carente de nervios donde sus principales funciones son intervención en la refracción, intervienen la acomodación, también realiza una función de protección de la retina al absorber la luz ultravioleta el cristalino no posee riego sanguíneo propio pero tiene la nutrición de los líquidos circundantes el humor acuoso y el vítreo (García Feijóo, 2012).

Los componentes de la capa media están formados por el iris, estructura circular con un orificio central, denominado pupila su principal función es óptica fundamental modificando la apertura pupilar para regular la luz que alcanza la retina, Cuerpo ciliar, anillo de sección triangular situado entre el iris y la coroides está constituido por el músculo ciliar interviene en el proceso de acomodación del cristalino y por último la coroides, manto vascular pigmentado cuya funciones principales es la absorción de la radiación lumínica, la nutrición de las capas externas de la retina y la regulación de la temperatura ocular como mecanismo de

defensa de la retina ante cambios importantes de aquélla y el mantenimiento de la presión intraocular (García Feijoó, 2012)

La última capa, la más interna del ojo, es la retina, la cual tiene una función de protección mediante una rica inervación sensible al dolor y al tacto. Las funciones principales de la retina son la percepción del estímulo luminoso mediante la foto-transducción y el proceso inicial de la información para ver en un rango de intensidad de luz (de 10 unidades logarítmicas), que fluctúa desde la luz tenue de las estrellas a la luz solar intensa discriminando longitudes de onda de forma que podamos ver los colores y tener una discriminación espacial (García Feijoó, 2012). La retina se origina a partir de la vesícula óptica. La parte externa de la vesícula da lugar al epitelio pigmentario de la retina (EP) mientras que las internas originan todas las capas de la retina neurosensorial (Kaufman, 2004). La retina posee un corte radial: dos capas sinápticas intercaladas entre tres capas celulares no obstante; Si se examinan profundamente se aprecian 10 capas, que de externa a interna, se denominan a) epitelio pigmentario de la retina ; b) capas de los segmentos externos de FR; c) membrana limitante externa, por uniones intercelulares estrechas entre FR, o entre FR y los extremos externos de las células de Müller; d) Capa nuclear externa (NE), con núcleos F; e) capa plexiforme o sináptica externa (SE), que contiene las ramificaciones axonales de los fotorreceptores y de las células interplexiformes y horizontales; f) capa nuclear interna (NI), que contiene los núcleos de las células bipolares, horizontales, interplexiformes, amacrinas y de las células de Müller; g) capa plexiforme o sináptica interna (SI), que contiene las ramificaciones axonales de células bipolares y amacrinas y ramificación dendríticas de las interplexiformes y de las células ganglionares; h) Capa de las células ganglionares (CCG), contiene los núcleos de las células ganglionares y de las amacrinas desplazadas; i) Las fibras nerviosas que comprenden los axones de las células ganglionares y astrocitos y j) membrana limitante interna, formada por las prolongaciones de las células de Müller y una membrana basal (García Feijoó, 2012).

La retina contiene 6 tipos de neuronas: fotorreceptores (FR), células horizontales, bipolares, interplexiformes, amacrina y ganglionares (CGR). Existen 3 tipos de células gliales (células de Müller, astrocitos y microglía).

Los fotorreceptores de la retina humana son los conos y bastones. Los conos intervienen en la visión diurna, al hacer que la visión sea más rica en detalles temporales y espaciales y, además, permiten la percepción del color. Los bastones pueden interferir con la visión en condiciones de poca luz y son muy sensibles a la luz del día, por lo que se saturan y pierden su capacidad de emitir señales. Los fotorreceptores están divididos en tres porciones: segmento externo, interno y terminal sináptico (García Feijó, 2012).

- Segmento externo: pilas de membranas que contiene pigmentos visuales (foto- transducción).
- Segmento interno: posee el núcleo, Su función es proporcionar energía y renovar la estructura requerida por la parte externa.
- Terminal sináptico: los bastones se denominan esférula y en conos, pedículo.

El ser humano contiene sólo un tipo de bastón y tres tipos de conos, que contienen tres tipos de opsinas con diferentes espectros de absorción. Estos conos se denominan L (long) rojo, M (Medium) verde y S (Short) azul, según la longitud de onda que mejor absorben. El pigmento visual de los bastones (rodopsina) y los conos la (opsina). En conjunto, la opsina y la rodopsina son sensibles a longitudes de onda de radiación electromagnética comprendidas entre 400 y 700 nm, que constituyen la región del espectro de luz visible al hombre (Kaufman, 2004).

En la fóvea los conos L y M tienen una densidad máxima y se extiende por toda la retina distribuyéndose al azar, en cambio los conos S tienen un segmento interno más largo que los L y M, no se observan en la fóvea porque sólo representan el 10% de los conos de la retina y, cerca de la fóvea están distribuidos de forma regular (García Feijóo, 2012)

Los conos poseen una densidad máxima en la fóvea (alrededor de 150.000/mm²), ésta decrece rápidamente, ya que a partir de 3 mm de la fóvea su densidad es de alrededor de 7.000/mm² hasta la periferia. Los bastones no se observan en la fóvea, su densidad aumenta y se hace máxima a los 5-7 mm de la fóvea (160.000/mm²) y luego decrece lentamente hacia la periferia (50.000/mm²). En la fóvea no hay bastones ni conos S, sólo conos L y M (Kaufman, 2004).

La esférula (terminales de bastones) tiene una única invaginación en la que penetran 4 o, a veces, más procesos, lateralmente, procesos del árbol telodendrítico de las células horizontales HI, centralmente, proceden de células bipolares de bastón. Los pedículos (terminales de cono) poseen dos tipos de sinapsis: en cinta invaginantes y las sinapsis planas. Se les denomina cinta invaginantes porque el terminal presináptico hay una cinta de material electrónico denso o tríadas, porque contienen tres elementos postsinápticos: dos laterales cuyo origen es de dendritas de células horizontales y uno central que se origina de dendritas de células bipolares invaginantes (ON). Las sinapsis planas se ubica en el exterior de la invaginación y hacen contacto con las dendritas de células bipolares planas (Kaufman, 2004).

Las células horizontales extienden sus dendritas y axones hacia la capa plexiforme externa. Las células horizontales reciben información múltiple de los fotorreceptores, por esto sus campos receptores son amplios, además ellas están

unidas entre sí por sinapsis eléctrica, una de ellas transmite a su alrededor y aumenta su receptor (Kaufman, 2004).

2.2 Radiación Óptica

La distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas, se le conoce como espectro electromagnético. El espectro electromagnético consta de 3 bandas y éstas en subbandas a lo que se le llama radiación óptica, los rayos UV (100nm a 380 nm), la luz visible (380 nm y 780 nm); y los infrarrojos (780 nm a 10 000 nm). Dentro del espectro los rayos UV, se encuentran los UVA (315nm 380 nm), UVB (280 nm a 315 nm) y UVC (100 nm a 280 nm); el espectro de luz visible se puede clasificar como de longitud de onda corta (azul), media (verde) y larga (rojo); y el espectro de IR contiene, IRA (780 nm a 1 400 nm). (E. Boulton, 2013)

Cuando la radiación llega a un organismo, si se transmite o se refleja completamente, no causará ningún efecto nocivo sobre él, pero cuando la radiación visible llega al ojo, la retina absorbe completamente y nos proporciona la visión. Cuando esta transmisión o reflexión no se produce por completo, surgirán problemas, y debemos distinguir entre varios tipos de radiación. (Arroyo, 2016).

Ionizantes

Produce emisión de partículas cuando llegue a una materia viva, y dependiendo del nivel de radiación, a través de la desorganización de partículas subatómicas, causando daño celular y su muerte. Un ejemplo lo tenemos en las cataratas o el daño retiniano causado por altos niveles de radiación (Arroyo, 2016).

No-ionizantes

La luz ultravioleta, el espectro visible y la luz infrarroja, es decir, luz con una longitud de onda entre 100 nm y 1 mm. En él, encontramos la radiación de luz visible que llamamos 380 a 780 nm.

Distintas investigaciones demostraron que estar expuesto a una longitud de onda específica causa alteraciones en la retina, denominándose daño inducido por la luz. (Arroyo, 2016).

2.2.1 Radiaciones y daños fototóxicos.

Existen 3 mecanismos, donde la luz puede causar daños: fotomecánico, fototérmico y fotoquímico. El daño fotoquímico es el más común y ocurre cuando el ojo se expone a luz de alta intensidad en el rango de luz visible. (380-780nm). Este daño ocurre cuando los fotones llegan a nuestros ojos y producen cambios moleculares tóxicos, afectando las células neurosensoriales y del EPR (Arroyo, 2016).

Un estudio ha demostrado que la exposición prolongada a la luz puede provocar fototoxicidad en la retina, demostrando así que debido al avance de las nuevas tecnologías y al gran tiempo de exposición a nuestros ojos, la exposición a la luz sin filtro puede dañar las células del ojo. Es muy útil educar la cultura preventiva y aprovechar al máximo estos recursos.

2.3 Ciclo Visual: Transducción de la luz

El procesamiento de la información visual comienza en la retina con la detección de luz por las células fotorreceptoras. En los seres humanos, dos tipos especializados de fotorreceptores detectan la luz en diferentes condiciones. Los

bastones son muy sensibles y median la visión con luz tenue, mientras que los conos funcionan con luz brillante y median tanto la agudeza visual como la visión del color. Para detectar la luz, tanto los bastones como los conos aprovechan las propiedades únicas del 11-cis retinal, un derivado fotosensible de la vitamina A (K. Crouch, 2009).

El 11-cis retinal en los fotorreceptores se une covalentemente a una proteína de señalización de opsina para formar una molécula de pigmento visual. En presencia de luz, el 11-cis retinal se isomeriza del all-*trans* retinal, y el enderezamiento de la cadena de polienos activa la opsina (K. Crouch, 2009). Si bien la formación del all-*trans* retinal es esencial para activar los fotorreceptores e iniciar la visión, ni la opsina ni el all-*trans* retinal son sensibles a la luz, y se debe proporcionar un nuevo 11-cis retinal para que los fotorreceptores funcionen continuamente (K. Crouch, 2009).

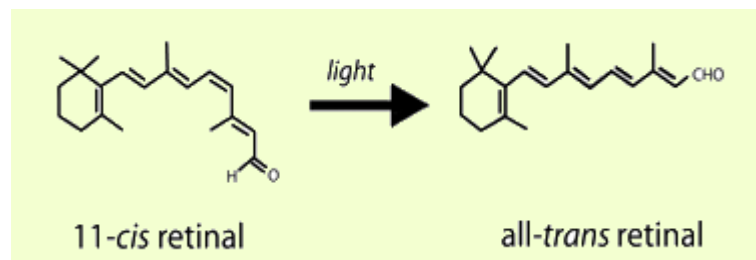


Ilustración 2 La retina 11-cis es el componente fotosensible de los fotorreceptores de bastón y cono. En el primer paso de la visión, cuando la luz induce la isomerización de la retina 11-cis en retina trans, se activa el fotorreceptor (K. Crouch, 2009).

La escasez breve de 11-cis retinal es un evento incómodo, pero común. Por ejemplo, la incapacidad de ver por la noche, después de pasar las luces brillantes de un automóvil que se aproxima se debe en parte al agotamiento del 11-cis retinal en los bastones. Si bien la visión se recupera de la escasez transitoria, los déficits retinianos prolongados de 11-cis retinal en condiciones como la deficiencia de vitamina A pueden eventualmente conducir a déficits visuales más pronunciados. Para generar suficiente 11-cis retinal para el funcionamiento normal y la

supervivencia de los fotorreceptores, el all-trans retinal se convierte de nuevo en 11-cis retinal a través de una serie de pasos enzimáticos conocidos como ciclo visual (K. Crouch, 2009).

2.3.1 Pigmentos Visuales

Para generar una respuesta celular a la luz, el 11-cis retinal de los fotorreceptores está vinculada a una proteína opsina capaz de activar vías de señalización. Juntas, la proteína 11-cis retinal y opsina se conocen como pigmento visual. Las opsinas son proteínas integrales de membrana con siete hélices transmembrana que encierran un bolsillo de unión para la retina 11-cis . Por sí mismas, las opsinas no son fotosensibles, y solo cuando se combinan con el 11-cis retinal la proteína absorbe la luz visible (K. Crouch, 2009).

Las características de absorción de diferentes pigmentos visuales están controladas por las interacciones entre el 11-cis retinal (en mamíferos) y la opsina. Por ejemplo, los seres humanos tienen tres tipos de fotorreceptores de cono que son sensibles a la luz roja, verde y azul. Cada uno expresa una opsina ligeramente diferente, y las interacciones únicas entre una opsina de cono particular y el 11-cis retinal dan como resultado una sensibilidad a una longitud de onda (o color) específica de la luz. A pesar de absorber diferentes longitudes de onda de luz, la relación general entre la opsina y el 11-cis retinal es la misma en todos los pigmentos visuales.

En la oscuridad, el 11-cis retinal se une a la opsina como un agonista inverso y mantiene la opsina en una conformación inactiva. Cuando la luz incide en el pigmento visual, la isomerización del 11-cis retinal y el all-trans retinal en el bolsillo de unión empuja a la opsina a una conformación activa e inicia la fototransducción. Si bien se necesita el all-trans retinal recién formada para activar la opsina, carece

de fotosensibilidad, y la opsina debe liberar el all-trans retinal y unirse a la nueva 11 cis retinal para seguir detectando luz (K. Crouch, 2009).

2.3.2 Anatomía del ciclo visual

La relación anatómica entre los fotorreceptores y el epitelio pigmentario de la retina (EPR) es fundamental para el ciclo visual (Tosini, Ferguson, Tsubota, 2016). Una vista de la retina en la sección transversal revela que los fotorreceptores se encuentran paradójicamente en la capa de retina más profunda, y los segmentos exteriores sensibles a la luz son la capa de retina más alejada de la luz que entra en la pupila. Aunque esta disposición requiere que la luz entrante pase a través de cada capa de retina antes de llegar a los fotorreceptores, posiciona los segmentos externos cerca de la monocapa especializada de las células EPR (K. Crouch, 2009). Aunque no es una parte de la retina neural, el EPR es esencial para la función normal y la supervivencia de los fotorreceptores. Entre sus muchas contribuciones a los fotorreceptores, el EPR es el sitio principal para la regeneración del 11cis - retinal en el ciclo visual.

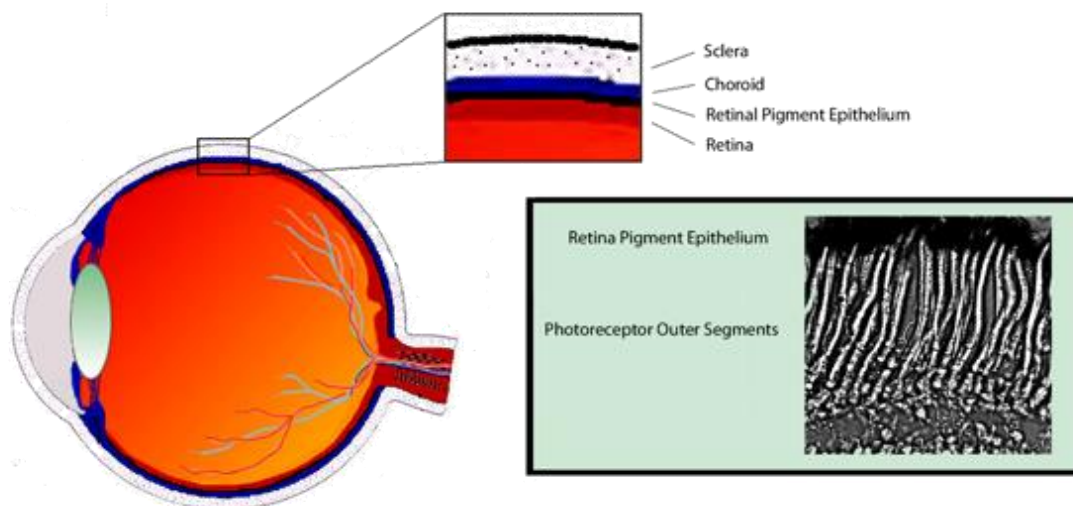


Ilustración 3 El fotorreceptor depende del epitelio pigmentario de la retina (EPR) para una variedad de funciones metabólicas, incluida la circulación visual. En la sección transversal, el fotorreceptor

se encuentra en la parte posterior de la retina, estrechamente relacionado con el EPR. El panel de color muestra la microfotografía del fotorreceptor y demuestra la estrecha relación anatómica entre el exterior del fotorreceptor y el EPR (K. Crouch, 2009).

El ciclo visual clásico regenera el 11-cis retinal a través de una serie de pasos que involucran enzimas especializadas y proteínas de unión a los retinoides, y la importancia de cada paso se subraya por el hecho de que cada uno ha sido identificado como fuentes de discapacidad visual o ceguera en los seres humanos. Nuestra comprensión del ciclo visual se basa en gran medida en estudios de fotorreceptores (bastones). Se cree que los conos dependen del mismo sistema, pero también se cree que tienen acceso privilegiado a vías de ciclo visual alternativo en la retina interna. Con la creciente evidencia de una vía específica del cono, el ciclo que ocurre entre los fotorreceptores y el EPR se conoce cada vez más como el ciclo visual clásico (K. Crouch, 2009).

2.3.3 El ciclo visual clásico

El ciclo visual clásico comienza en el segmento exterior de los bastones con la absorción de un fotón por una molécula de pigmento visual. Los segmentos exteriores del bastón contienen pilas de discos membranosos hechos de una bicapa lipídica. El All-trans retinal total se libera de las operaciones activadas en el prospecto interno del disco bicapa y se cree que es complejo con fosfatidiletanolamina. El resultante N-retinilidina-fosfatidiletanolamina es transportado a la superficie del disco citoplasmático por el transportador de casete de unión ATP específico de la retina (ABCR), y liberado en el citoplasma como all-trans-retinal. Una vez en el citoplasma, el all-trans retinal se reduce a all-trans-retinol (vitamina A) por all-trans-retinol deshidrogenasa (at-RDH) en una reacción dependiente de la NADPH. El all-trans-Retinol entonces sale del fotorreceptor, cruza el espacio subretinal unido a la proteína de unión de retinoide inter fotorreceptor (IRBP), y entra en el EPR (K. Crouch, 2009).

En el EPR, al menos tres enzimas asociadas con el retículo endoplasmático liso convierten el all-trans-retinol en 11-cis retinal. Después de entrar en una célula de EPR, all-trans-retinol se transfiere a la proteína de licitación de retinoide celular (CRBP) y se entrega a la primera enzima del ciclo visual en el EPR, lecitina retinol aciltransferasa (LRAT). LRAT vincula el all-trans-retinol a fosfatidilcolina en la membrana para generar ésteres de all-trans-retinol. Además, el all-trans-retinol de la circulación sistémica puede entrar en el ciclo visual a través de la superficie basal de las células EPR para la esterificación por LRAT. Los ésteres generados por LRAT son la forma de almacenamiento primario de los retinoides en el ojo, y su acumulación se cree que es una fuerza importante que impulsa reacciones posteriores en el ciclo visual. Más importante aún, sirven como sustrato para el siguiente paso del ciclo visual y son necesarios para la regeneración del 11-cis retinal (K. Crouch, 2009).

El siguiente paso del ciclo visual implica la hidrólisis simultánea y la isomerización de los ésteres del all-trans retinal para producir 11-cis retinol. El acoplamiento de la isomerización y la hidrólisis es facilitado por una sola enzima, llamada genéricamente la isomerohidolasa, y se cree que es la proteína RPE65. De hecho, RPE65 es esencial para la regeneración del 11-cis retinol, y no hay actividad isomerohidolasa en su ausencia. El 11-cis Retinol de la reacción isomerohidolasa une la proteína de unión al retinaldehído (CRALBP), una proteína de unión de retinoide con alta afinidad por los 11-cis retinoides.

CRALBP entrega el 11-cis retinol a 11-cis retinol deshidrogenasa (11-cis RDH) para el tercer y último paso enzimático en el EPR. El 11-cis RDH oxida 11-cis retinol a 11-cis retinal usando NAD como cofactor, y recién generado 11-cis retinal cruza el espacio subretinal y vuelve a entrar en los fotorreceptores. Una vez más, IRBP se propone para facilitar este transporte y proteger el 11-cis retinal de la isomerización en el camino a los fotorreceptores. Después de entrar en el

segmento externo, la recién generada 11-cis retinal puede unirse con opsina y regenerar pigmento visual funcional para completar el ciclo (K. Crouch, 2009).

2.3.4 El ciclo visual del cono

El ciclo visual clásico asociado con el segmento externo y EPR está bien estudiado en bastones y se cree que se aplica a los conos, pero los conos se teorizan para tener vías de ciclo visual únicas. Los conos, que son responsables de la mayor parte de la visión humana, están especializados para funcionar en visión diurna donde la luz constante aumenta la demanda del 11-cis retinal. Mientras que el ciclo visual clásico involucra los fotorreceptores y EPR, se cree que el ciclo visual del cono involucra a los fotorreceptores de cono y las células gliales de Müller de la retina interna. La capacidad única de los conos para regenerar el 11-cis retinal de 11-cis retinol suministra al segmento interno.

En el ciclo visual del cono propuesto, el all-trans-retinol generado en fotorreceptores es transportado a las células de Müller e isomeriza a 11-cis retinol por una isomerasa no identificada. A continuación, el 11-cis retinol de las células de Müller entra en los segmentos internos de los fotorreceptores de cono y se oxida a 11-cis retinal para la formación de pigmentos visuales. Curiosamente, los segmentos internos de cono están muy cerca de las microvellosidades apicales de las células de Müller, y estas microvellosidades contienen CRALBP, una proteína de unión de retinoide con una alta afinidad por los 11 cis-retinoides. Las células de Müller tienen la capacidad de generar 11-cis retinol a partir all-trans-retinol. Además, IRBP, el transportador discutido en el ciclo visual clásico, co-localiza con las microvellosidades, es un importante portador de 11-cis retinol y se encuentra en altas concentraciones alrededor de fotorreceptores de cono (K. Crouch, 2009).

Aunque no se ha demostrado una relación funcional entre IRBP, células de Müller y segmentos internos de cono en una vía específica del cono, explicaría la capacidad de los conos para regenerar eficientemente el pigmento visual en condiciones de luz constante.

La foto-isomerización del 11 cis- retinal a all-trans retinal en fotorreceptores es el primer paso en la visión, pero la función continua de los fotorreceptores requiere que all-trans retinal se convierta de nuevo en 11-cis retinal a través del ciclo visual. En el ciclo visual, all-trans retinal se libera de la opsina activada y se reduce a all-trans-retinol en el segmento externo del fotorreceptor. IRBP se cree para facilitar el transporte de retinol totalmente trans de los segmentos externos al RPE, donde el all-trans-retinol se utiliza para generar ésteres de retinilo all-trans con LRAT. Estos ésteres sirven como sustrato para una reacción isomerohidolasa, probablemente catalizada por RPE65, que genera 11-cis retinol. 11-cis RDH luego oxida 11-cis retinol en 11-cis retinal. Para completar el ciclo visual, la retina 11-cis recién generada se transporta de vuelta a través del espacio subretinal a los fotorreceptores para regenerar el pigmento visual fotosensible (K. Crouch, 2009).

2.4 La Luz Azul

Durante el día, las intensidades de luz en el exterior pueden alcanzar iluminancias de hasta 100.000 lx con luz solar directa y 25.000 lx a plena luz del día. El espectro de la luz del día, que es la luz del sol filtrada por la atmósfera, tiene una distribución de banda relativamente ancha. Según estudios recientes la luz puede estar disponible durante todo el día a través de la luz artificial. La luz artificial permite iluminar espacios interiores y exteriores. Viene en muchas formas, como iluminación incandescente, fluorescente o de diodos emisores de luz (LED).

La principal fuente de luz azul es el sol y nuestros cuerpos están programados para responder a esta luz. Durante el día, la luz azul del sol aumenta nuestra

concentración, memoria, niveles de energía, tiempo de reacción y estado de ánimo general. Ésta es una señal que se envía a nuestro cerebro de que deberíamos estar en movimiento. La falta de luz azul indica que debemos descansar.

El problema moderno es que estamos rodeados de fuentes de luz azul artificial que confunden estas señales, especialmente luces LED y fluorescentes, y pantallas de dispositivos electrónicos. La luz azul inhibe la liberación de melatonina en el cerebro, lo que conduce a una disminución en la calidad del sueño, lo que a su vez conduce a una variedad de efectos negativos para la salud (Arroyo, 2016).

Si bien la luz generada por estas tecnologías puede parecer "blanca", los espectros subyacentes son bastante diferentes (luz azul). La razón por la que muchos tipos diferentes de espectros pueden tener la misma apariencia reside en la retina. Gravemente, diferentes espectros, incluso si crean la misma impresión visual, pueden variar en sus efectos cronobiológicos sobre el reloj circadiano.

En el espectro electromagnético, la luz azul de longitud de onda corta va de 380 nm a 500 nm que contiene: luz violeta, índigo, azul y luz azul-verdosa, desempeñan un papel contradictorio en la salud y la visión. La luz azul no sólo es fundamental para la visión del color, sino también es importante para actividades fisiológicas indispensables como la coordinación del ritmo circadiano y la constricción de la pupila; no obstante, la luz azul es muy dañina para la visión (Tosini, Ferguson, Tsubota, 2016).

El impacto de la luz azul en él ha ganado un mayor interés en los últimos años debido a la explosión de dispositivos y fuentes de iluminación, que emiten longitudes de onda entre 380 nm y 500nm. La iluminación general, computadoras de escritorio, portátiles, tabletas, lectura electrónica, dispositivos y teléfonos

inteligentes, todos exponen el ojo a la luz azul. Sin embargo, los médicos deben recordar que la cantidad de luz que emana de fuentes artificiales es una fracción de la radiación emitida por el sol, un LED típico utilizado para la iluminación general emite alrededor de 50 a 70 lux, mientras que la luz solar proporciona aproximadamente 100.000 lux

2.5 Efectos perjudiciales de la luz azul

La luz visible con la intensidad más alta es la luz azul, y justo encima de ella en el espectro está la radiación UV. Un problema es que debido a que la luz azul está muy cerca de la longitud de onda de la luz ultravioleta, puede ser asimismo dañina, especialmente para nuestra vista. Las pantallas de nuestros dispositivos electrónicos pueden no emitir luz en ningún lugar tan brillante como la luz solar (que contiene tanto luz azul como radiación UV), pero el tiempo que pasamos mirando nuestras pantallas es el tiempo que pasamos exponiendo nuestros ojos a la luz azul.

Todavía no está claro cuánta exposición a la luz azul es suficiente para causar un daño duradero a nuestra visión, pero podría estar contribuyendo a la degeneración macular (pérdida de la visión central), una condición normalmente asociada con el avance de la edad. Para estar seguros, sería prudente limitar nuestra exposición.

Muchas afecciones oculares están relacionadas con la exposición a la luz azul. Sin embargo, debido a la cercanía del espectro azul y ultravioleta (UV), no está claro cuál es la longitud de onda dañina. Debido a que la exposición a los rayos UV se asocia con neoplasias malignas de los párpados, como el carcinoma de células basales y de células escamosas, la fotoqueratitis, las cataratas corticales y pterigión, los investigadores especulan que esto puede ser un daño por radiación, en lugar de una luz azul visible. Aunque la córnea, el humor acuoso y

el vítreo son básicamente transparentes en longitudes de onda entre 300 nm y 400 nm, el cristalino natural absorbe una gran cantidad de ultravioleta A (UVA) (315 nm a 400 nm), protegiendo así la retina de su influencia de toxicidad potencial.

Los fotorreceptores de la mácula están directamente expuestos a la luz porque no tienen otras células que puedan cubrirlos. En estos fotorreceptores, los pigmentos antioxidantes luteína y zeaxantina suelen filtrar la luz azul debido a su color amarillo. La xantofila tiene un efecto protector sobre la oxidación de la retina al absorber la luz azul dañina, neutralizar los fotosensibilizadores y el oxígeno y eliminar los radicales libres. Estos antioxidantes se obtienen de la dieta y se han incluido en la fórmula AREDS-2 diseñada para prevenir la degeneración macular relacionada con la edad (Arroyo, 2016).

Actualmente, vivimos en una sociedad donde los dispositivos electrónicos están profundamente integrados en nuestra vida diaria. El 90% de los hogares tiene al menos una computadora, teléfono inteligente o tableta, un hogar tiene alrededor de cinco o más de estos dispositivos, y entre el 40% y el 60% de las personas experimentan síntomas visuales u oculares prolongados cuando ven pantallas electrónicas.

Estos síntomas incluyen fatiga, dolor de cabeza, irritación ocular, ardor, fatiga ocular, enrojecimiento, sequedad, visión borrosa o doble: se conocen colectivamente como fatiga ocular digital. Aunque los síntomas suelen ser de corta duración y desaparecen poco después de usar el dispositivo, algunas personas experimentan molestias en los ojos durante un tiempo después de mirar la pantalla electrónica durante mucho tiempo. Mucha gente especula que los altos niveles de luz azul emitida por las pantallas digitales pueden ser la causa de la fatiga ocular digital.

Muchos estudios han demostrado que la exposición frecuente a la luz azul puede afectar muchas de nuestras funciones fisiológicas, sin embargo, la luz azul también puede dañar la retina y a los fotorreceptores, por lo que es importante considerar la salida espectral del LED para disminuir los riesgos asociados con la exposición de los ojos a la luz azul.

La exposición a fuentes de luz azul durante la noche puede afectar la capacidad de una persona para conciliar el sueño. Para disminuir los efectos adversos que produce la luz azul en nuestros ciclos de sueño, debemos evitar mirar las pantallas en la última hora o dos antes de acostarse. Si eso suena difícil, hay otras opciones, todas las cuales también pueden ayudar a disminuir las afecciones de la luz azul en nuestra visión.

El uso de anteojos de bloqueo de longitud de onda corta durante la noche aumentará la calidad y la duración del sueño medidas subjetivamente. Por tanto, el doctor debe aconsejar a los pacientes que eviten el uso de dispositivos digitales electrónicos dos o tres horas antes de acostarse.

No obstante, muchos fabricantes de lentes para anteojos utilizan filtros de bloqueo de luz azul como paradigma de tratamiento para la fatiga ocular digital. Un estudio examinó el efecto de los filtros azules en las gafas envolventes baja, media y alta que se usa durante el uso de trabajo informático en ojo seco y personas normales.

Los investigadores observaron que los síntomas de los pacientes con ojo seco se redujeron significativamente, pero para todas las densidades de filtro probadas, no para sujetos sin ojo seco. Sin embargo; el estudio no incluyó condiciones de control, por lo que no se puede descartar el efecto placebo. La adición de lentes envolventes puede reducir la evaporación de lágrimas en sujetos con ojos secos, aumentando así la comodidad (Arroyo, 2016).

2.6 Fototoxicidad de la Luz Azul

Cuando el fotosensibilizador absorbe la energía de los fotones de una determinada longitud de onda, se produce el efecto dañino de la luz azul, que desencadena una serie de reacciones químicas intracelulares. Bastones, conos y células del EPR fuera de las células de la retina responsable de la absorción de fotones y la transmisión visual, por tanto, muchos fotopigmentos son sensibles al daño fotoquímico.

La luz azul puede dañar las células fotorreceptoras y las células EPR. Exposición acumulada 380 nm a 500 nm pueden activar la retina completa que se acumula fuera del fotorreceptor.

Las especies ROS atacan a muchas moléculas, incluidos los ácidos grasos poliinsaturados, que son una parte importante de la membrana celular. Gran cantidad de membranas celulares en la retina hacen que sea extremadamente sensible al estrés oxidativo, especialmente esta presión puede cambiar la estructura de la membrana exterior. Fotorreceptores, que provocan fagocitosis y digestión incompleta en la parte externa de este. Los resultados son acumulación de fragmentos de lipofuscina en gránulos de células del EPR.

La lipofuscina, también conocida como "pigmento de la edad", se acumula en el ojo con la edad y se desarrolla más rápidamente en ciertas enfermedades de la retina. Está formada por lípidos, proteínas y una serie cromóforo, la lipofuscina es muy sensible a los cambios fotoquímicos, que pueden causar daño celular permanente. La acumulación de lipofuscina está relacionada con la patogenia de la AMD y a menudo se observa una fuerte autofluorescencia de la lipofuscina en el área alrededor del borde de la atrofia geográfica retiniana (E. Boulton, 2013).

A2E (N-retinilideno-N-retiniletanolamina) es un fluoróforo fotosensible clave involucrado en la fototoxicidad de la lipofuscina (un fluoróforo es un cromóforo que

puede volver a iluminarse cuando se excita). La absorción máxima de A2E es de aproximadamente 440 nm, que se excita con la luz azul (E. Boulton, 2013).

El estrés oxidativo excesivo puede provocar disfunción de las células del EPR y, en algunos casos, apoptosis. El EPR brinda funciones de apoyo, si éstas faltan los fotorreceptores no pueden funcionar con eficacia y tienden a deteriorarse. La acumulación de lipofuscina y la fotosensibilidad de A2E participan en esta cascada de efectos fototóxicos, que se relaciona con la patogénesis de la DMAE (E. Boulton, 2013).

2.7 El sueño

El sueño es considerado esencial para la salud general de los seres humanos. Durante el sueño, éste experimenta diversos hechos.

1. Reducción de la conciencia y reactividad a los estímulos externos.
2. Es reversible (lo cual lo diferencia de otros estados patológicos como el estupor y el coma).
3. Asociado a la inmovilidad y relajación muscular.
4. Se presenta con periodicidad circadiana (diaria).
5. Se adquiere una postura estereotipada,
6. La privación del sueño genera distintas alteraciones conductuales y fisiológicas; y además genera una “deuda” acumulativa de sueño que no se recupera.

2.9.1 Funciones del sueño.

1. Se restablece y conserva la energía.
2. Eliminación de radicales libres acumulados durante el día.
3. Regulación y restauración de la actividad eléctrica cortical

4. Regulación térmica.
5. Regulación metabólica y endocrina.
6. Homeostasis sináptica.
7. Activación inmunológica.
8. Consolidación de la memoria.

De hecho, ciertas etapas del sueño son necesarias para que nos sintamos descansados y llenos de energía al día siguiente, mientras que otras etapas pueden ayudarnos a aprender o crear recuerdos (Lira & Custodio, 2018).

Las investigaciones actuales muestran que el sueño está regulado por varias sustancias cerebrales estimulantes y neurotransmisores: dopamina y norepinefrina, histamina, orexina, glutamato; sustancias cerebrales inhibitoras y neurotransmisores: GABA, adenosina, glicina y sustancias reguladoras y neurotransmisores: acetilcolina, serotonina y melatonina, que pueden verse afectados por diversas patologías y enfermedades.

En el sistema regulador, la acetilcolina, presente en altas concentraciones en la red de activación ascendente, se encarga de regular el sueño REM, si bien la serotonina es un inhibidor del sueño REM, también participa en la regulación; la melatonina secretada en la glándula pineal puede liberarse de acuerdo con la disminución de la luz ambiental, regulando así el ciclo sueño-vigilia, generando somnolencia para iniciar el sueño principal (Lira & Custodio, 2018).

Se considera que los sueños están relacionados con el ciclo circadiano, conocido como ritmo o sistema circadianos en los seres humanos, utiliza la luz solar natural para desarrollar diversas actividades de la vida diaria y la noche para descansar y dormir. Aproximadamente 24 horas de sueño, que pueden ajustar nuestro reloj interno (Lira & Custodio, 2018).

2.8 El ciclo del sueño (reloj biológico)

Los seres vivos muestran actividad rítmica de forma constante a lo largo del día, esto sucede gracias a la presencia del reloj circadiano, formado por un conjunto de estructuras que originan, organizan y sincronizan el ritmo de sueño-vigilia tanto internamente como externamente, sincronizando las distintas fases con el ciclo luz-oscuridad.

Los ritmos circadianos son ciclos biológicos que tienen aproximadamente períodos de 24 horas. Temperatura corporal, niveles hormonales, sueño, duración y calidad, rendimiento cognitivo e innumerables, otras variables fisiológicas exhiben tales oscilaciones diarias. La influencia de los ritmos circadianos está presente en distintos procesos de nuestras vidas, que va desde la regulación del sueño durante la noche hasta la planificación de nuestras actividades diarias, influyendo significativamente en el desempeño de éstas. (Wahl, S, 2019).

La luz ambiental es el principal factor regulador del ritmo circadiano, facilitando información sobre el día y la noche, promoviendo de forma indirecta la vigilia durante su presencia y el sueño durante la fase de oscuridad, por esta razón la luz artificial produce efectos activadores. Esto puede influir positivamente, fortaleciendo el rendimiento cognitivo, potenciando la sincronización del ritmo circadiano.

El ciclo natural de sueño-vigilia está controlado por la liberación de melatonina de la glándula pineal. Por lo general, la secreción de melatonina aumenta poco después del anochecer y alcanza su punto máximo en medio de la noche (entre las 2 am a 4 am) y disminuye gradualmente en la segunda mitad de la noche. La exposición a cualquier luz visible (especialmente la luz azul), puede inhibir la secreción de melatonina. Al comparar el efecto de las horas de luz azul con luz verde de brillo comparable, el tiempo que tarda la luz azul en suprimir la

melatonina es aproximadamente el doble y el cambio en el ritmo circadiano se duplica (tres horas vs. 1,5 horas). (Arroyo, 2016).

Una investigación comparó las alteraciones del ritmo circadiano de dos grupos de población y su exposición a la luz ambiental y los niveles de luz. El propósito es verificar si existe una relación causal entre la exposición a la luz azul, el nivel de luz y la actividad física / dormir / despertar / dormir. Según esta investigación, se recomienda que la exposición a la luz y otros factores (como la actividad física y la función visual) puedan estar relacionados con la calidad del sueño y el impacto de la vida diaria.

2.9 Etapas del sueño

En los adultos, el sueño nocturno es de 7 u 8 horas. Estas cinco etapas constituyen un ciclo que dura de 90 a 100 minutos. Aunque el sueño profundo ya no se alcanza en la segunda mitad del año y la fase de sueño REM es la más larga, estos ciclos se repiten entre cinco y seis veces (Guevara, 2016). Su distribución en un adulto sano cuenta con cinco etapas progresivamente, las siguientes son:

- Vigilia (alerta), la unidad cerebral procesa principalmente información del entorno.
- Sueño NREM o NMOR divide en 4 fases son:
 - fase I somnolencia o adormecimiento (5%),
 - fase II sueño ligero (50%),
 - fase III sueño profundo
 - fase IV sueño muy profundo (20 a 25%) y sueño REM o MOR
 - fase V sueño paradójico (20 a 25%).

2.10 Horas de sueño

Las personas al nacer están construyendo el llamado "reloj biológico", que divide el intervalo de tiempo entre el día y la noche y lo ajusta gradualmente a lo largo del proceso de crecimiento y desarrollo. Del mismo modo, la duración del ciclo de sueño cambiara durante la vida.

Siguiendo a Kozier (1989), el número de horas requeridas para el descanso se establecen dependiendo de la edad, siendo las siguientes:

Edad	Horas requeridas de sueño
<i>Recién nacidos (0-3 meses)</i>	14 - 17 horas de descanso, establecidas en intervalos de 2 a 6 horas, indispensables para obtener un buen desarrollo.
<i>Lactantes de 4-11 meses</i>	15 horas, siendo más del 50% del tiempo en periodo nocturno.
<i>1-2 años</i>	Se recomienda una duración diaria de sueño de 11-14 horas. Estudios han descrito que existe una asociación entre la falta de sueño, la obesidad, la hiperactividad, la impulsividad y la capacidad cognitiva deficiente.
<i>3 y 5 años</i>	Se recomienda una duración de sueño diaria de 10-13 horas.
<i>6 – 13 años</i>	Se recomienda una duración de sueño diaria de 9-11 horas. Los estudios han demostrado que la falta de sueño en este grupo de edad está relacionada con una función cognitiva deficiente y un rendimiento académico más bajo.
<i>Adolescentes 14 -18 años</i>	Se recomienda dormir de 8 a 10 horas al día. El sueño breve a esta edad puede provocar una disminución del

	estado de alerta, accidentes de tráfico, depresión, obesidad y disminución del rendimiento académico.
<i>Adultos 19 -45 años.</i>	Se recomienda una duración de sueño diaria de 7-9 horas, teniendo las mismas alteraciones mencionadas en adolescentes.
<i>Ancianos > 60 años</i>	Se recomienda una duración de sueño diaria de 7-8 horas. Los ancianos que duermen el tiempo necesario tienen mejores funciones cognitivas, menos enfermedades físicas y mentales y una mejor calidad de vida. Un sueño de una duración superior a nueve horas en el anciano se asocia a una mayor morbilidad (hipertensión, diabetes, fibrilación auricular...) y mayor mortalidad. (Sanchez, L. 2013 p,14)

2.10.1 Importancia de las horas de sueño.

Cada grupo de edad tiene su propio horario de sueño, donde la eficiencia, la duración y la profundidad del sueño son las mejores. Sin embargo, no siempre es fácil identificar qué horario depende de nuestro tiempo interno. Los hábitos sociales y los horarios de trabajo pueden interferir con ellos.

Además del tiempo de vigilia previo (el componente de homeostasis del sueño) que puede adelantar o retrasar ligeramente el inicio del sueño, el horario de sueño está determinado principalmente por el componente circadiano, que está regulado por el reloj biológico del hipotálamo. El sueño de calidad comienza aproximadamente dos horas después de la producción de melatonina de alta calidad, que coincide aproximadamente con el comienzo de la fase de descenso de la temperatura corporal central y la fase de aumento de la temperatura de la piel distal. Por otro lado, aproximadamente dos horas después del inicio de la fase de aumento de la temperatura central, la interrupción del sueño se produce de

forma natural y está relacionada con una disminución de la temperatura distal de la piel y la interrupción de la secreción de melatonina. Cuanto más se aleje el horario de sueño de esta ventana temporal, peor será su calidad. (Merino- Andrew, 2016).

2.11 Calidad del sueño

Pasar mucho tiempo frente a una pantalla en movimiento está directamente relacionado con un sueño más corto y de menor calidad, una menor eficiencia y tranquilidad, y causa muchos problemas para conciliar el sueño.

Motivos por los cuales el uso de los dispositivos móviles influye en la calidad del sueño:

- Reducción de la melatonina. La luz azul que emite la pantalla de los dispositivos digitales puede reducir la producción de melatonina, una hormona que controla el ritmo circadiano. Esta reducción hace que sea más difícil conciliar el sueño y permanecer estable durante horas. Por ello, se recomienda dejar de usar dispositivos digitales, al menos una hora antes de acostarse.
- Disminución de actividad neuronal: Utilizar el dispositivo digital antes de dormir hace que tu cerebro no se relaje.
- El dispositivo digital puede interrumpir el sueño, aunque no lo estés utilizando, ya que cualquier sonido puede hacer que interrumpas el sueño.

2.12 Efectos de la privación o exceso de sueño

En los últimos 40 años, se han producido cambios sociales y tecnológicos en las sociedades occidentales desarrolladas, lo que ha provocado que cada vez más personas sufran privación crónica del sueño. La mayor carga de sueño suele ocurrir durante el trabajo o la escuela, y tiende a extender el tiempo de sueño de forma compensatoria los fines de semana.

Además de la fatiga, el cansancio y la somnolencia diurna excesiva, la falta crónica de sueño también puede provocar cambios en el metabolismo, las funciones endocrinas e inmunitarias. Cada vez más evidencias científicas muestran que la falta de sueño puede provocar intolerancia a la glucosa y diabetes, aumento de la actividad del sistema nervioso simpático y presión arterial alta o disminución de la secreción de leptina y obesidad. (Merino-Andreu, 2016)

2.13 La melatonina y el ciclo del sueño

La melatonina (N-acetil-5-metoxitriptamina) es una neurohormona producida por la glándula pineal, además se considera el producto químico de la oscuridad, debido a su papel en la regulación del ritmo circadiano. Los niveles de melatonina aumentan durante la noche y sus niveles son más bajos durante el día, por lo tanto, es la ayuda natural para dormir que nuestro cuerpo tiene. Sin embargo, se caracteriza por su presencia no sólo por el torrente sanguíneo, sino también porque es sintetizado en varios órganos y células.

La melatonina en el ojo, este sintetiza esta hormona y comprende su maquinaria local que da que varias estructuras oculares son capaces de producirlo. Por ejemplo, melatonina sintetizando enzimas se encontraron primero en la retina, luego se ha demostrado estar presente en el iris, el cuerpo ciliar, lente, y la glándula más dura. Además, una vez se pensó que era la única función de regulación del ritmo circadiano.

El ojo tiene muchas más funciones distintas de la visión de formación de imágenes, y participa en varios roles fisiológicos. Realmente, al ser el primer vehículo en la regulación del ritmo circadiano es de gran importancia desde numerosas actividades biológicas sigue una manera circadiana. Por ejemplo, los seres humanos completamente ciegos sin luz sufren por tener un reloj circadiano desincronizado debido a la falta de entrada de luz. Esto llevó a alteración del patrón de alerta, estado de ánimo, rendimiento, alteración de la temperatura corporal del núcleo; lo que interfiere con sus vidas sociales y profesionales.

Todos los mamíferos regulan sus funciones fisiológicas de acuerdo con el ciclo del sueño, como la temperatura corporal o la síntesis de melatonina, el ciclo de sueño depende del ritmo de la luz o la oscuridad.

Cuando no hay suficiente luz, la melatonina se liberará continuamente y nos indicará que es hora de dormir. Éste es nuestro sistema endocrino, que se encarga del control completo de la concentración de melatonina en la noche alrededor de las 10 de la noche, es decir, cuando se produce el primer pico de liberación de melatonina, nos anima a conciliar el sueño. Más tarde, deberá alcanzar otro pico alrededor de las 2 a.m. para continuar manteniendo el control del sueño. Para mantener este ritmo de reposo, el hipotálamo también envía ayuda bajando la temperatura del cuerpo para promover un estado de reposo.

Además del ritmo circadiano, la melatonina también puede regular diversas enfermedades cardiovasculares y ciertos trastornos emocionales. También está dotado de propiedades antiinflamatorias, antihipertensivas y antitumorales a través de mecanismos anti-angiogénesis, anti-mitóticos y antioxidantes.

2.14 Luz azul de dispositivos digitales y la afectación en el ciclo del sueño.

Los adolescentes tienen más tiempo y oportunidades para usar los medios tecnológicos, lo que tendrá un impacto negativo en el sueño. La exposición a la luz azul y la actividad de la pantalla antes de acostarse puede afectar los niveles de melatonina y puede retrasar o interferir con el sueño. Por otro lado, se recomienda que los niños y adolescentes no duerman en los dispositivos del dormitorio (incluyendo televisores, computadoras, videojuegos, tabletas o teléfonos móviles) y eviten exponerse a las pantallas una hora antes de acostarse.

Las luces led de tabletas, televisores y teléfonos móviles tienen un efecto negativo en el sueño. La glándula pineal en el cerebro regula el ciclo de sueño-vigilia. Se activa bajo la luz solar (que consiste en un 10% de luz ultravioleta) y secreta la hormona melatonina para mantenernos despiertos. (Cerilosa, 2017)

El espectro de luz azul emitido por la pantalla es similar al de la luz ultravioleta. Activa la secreción de la glándula pineal y la melatonina, cambiando así el ciclo de sueño-vigilia de quienes están acostumbrados a usar dispositivos electrónicos antes de acostarse.

2.15 Cronointerrupción. La luz azul en períodos nocturnos.

En la actualidad, es más probable que tengamos luz por la noche, lo que conduce a la interrupción del sistema circadiano, es decir, la cronointerrupción, en la que el ritmo de la melatonina y afecta nuestro ritmo de sueño.

Hasta hace unos años, el ciclo sueño-vigilia estaba bien ajustado durante los ciclos de salida y puesta del sol. En ese momento, por turnos de trabajo, tiempo libre y otras razones, la vida moderna incrementó la iluminación artificial durante

el día y la noche. Por lo tanto, la vida nocturna se desplaza hacia actividades más nocturnas, especialmente en los países desarrollados, porque tienen más oportunidades de usar luz artificial. Teniendo en cuenta que los seres humanos pasan la mayor parte del tiempo en interiores, los niveles de luz natural son muy bajos y las fuentes de luz artificial se utilizan durante mucho tiempo, por lo que nuestro concepto de ritmo circadiano ha cambiado.

El término de cronointerrupción se define como la interrupción del ritmo circadiano del sueño y haciendo referencia a un daño a largo plazo de los ritmos fisiológicos y bioquímicos de nuestro organismo. Las posibles causas que pueden producir una alteración en el ritmo circadiano son la distribución incorrecta del espectro y la intensidad de la luz que ingresa a la retina causada por las actividades nocturnas, así como el sueño diurno, pueden causar inestabilidad NSQ y, por lo tanto, una disminución en los niveles de melatonina.

2.16 SVI (síndrome visual informático)

El SVI (síndrome visual informático) La Asociación Americana de Optometría lo define como el conjunto de problemas oculares y visuales relacionados con el uso del ordenador, aunque en la actualidad, esta definición debería incorporar las nuevas pantallas como tabletas o teléfonos móviles.

Los problemas visuales o sintomatología que pueden asociarse al SVI pueden ser: astenópicos (cefaleas, dolor y cansancio ocular), visuales (diplopía, visión borrosa, fotofobia), oculares (síndrome de ojo seco, ardor, picor, arenilla, ojo rojo), y extraoculares (dolor de cuello, espalda u hombros).

La aparición de algunos o más de estos síntomas depende de muchos factores visuales, posturales y ambientales que analizaremos a continuación.

2.16.1. Fatiga por exposición

Los ojos son en realidad los primeros en verse afectados. El síndrome de visión por computadora (SVI) y la degeneración macular y retiniana causada por la exposición a la pantalla, son las enfermedades principales en aparecer a la alta exposición de dispositivos digitales.

Para desarrollar SVI, sólo necesita pasar más de tres horas frente a la pantalla todos los días. Aunque las personas menores de 30 años son las más vulnerables (10,5 horas diarias), las personas mayores acumularán tiempo suficiente para hacer preguntas (3,8 horas).

2.16.2 Factores que influyen en la aparición de sintomatología.

- Efecto del error refractivo no corregido: Debido al esfuerzo necesario para obtener una visión nítida, es muy importante mantener correctamente el enfoque de la imagen retiniana, por lo que es muy importante corregir los errores refractivos esféricos (miopía e hipermetropía). Sin dejar a un lado los astigmatismos incluidos los <0.50 D cuya incidencia es más del 75% de la población, y estos generan un incremento de sintomatología del SVI.
- Tiempo de exposición: En los últimos años, el uso de dispositivos digitales ha aumentado no solo en el entorno laboral, sino también en el entorno doméstico y de ocio. Se puede decir que pasamos el día expuestos a pantallas, alrededor de 5 horas diarias o más. (The Visión Council, 2015). Esta cantidad de horas genera sintomatología ya que el ojo no está diseñado para trabajar por largos tiempos a una distancia muy cercana, además recibe una alta radiación luminosa directa.

- Tipo de pantalla: La resolución, el contraste, la frecuencia de actualización, el tipo de iluminación, el brillo y la cantidad de luz emitida por la pantalla de la pantalla son los factores clave para la aparición de síntomas visuales.
- Iluminación ambiental: La cantidad de luz necesaria dependerá principalmente de la actividad y de la persona que realiza la actividad. La excesiva iluminación provoca astenopia y degrada la legibilidad a causa del deslumbramiento no deseado.
- Distancia de observación: esta distancia varía dependiendo del dispositivo digital que estemos utilizando de esta forma así incrementa la sintomatología. La pantalla de la TV es la que menos sintomatología genera porque la distancia es de aproximadamente 2 a 3 metros, y de esta forma el sistema acomodativo y vergencial está relajado. En ordenadores (computadoras) la distancia debe ser de 45 a 50 cm. En teléfonos celulares, llegan a ser más reducidas que los dispositivos anteriores, de 40 cm hasta 20 cm, esto es por el reducido tamaño de las pantallas de estos dispositivos digitales, generando así que el sistema vergencial y acomodativo sea mayor en ordenadores.
- Ángulo de observación: La posición de los ojos frente a la pantalla de la computadora significa un aumento en la apertura del párpado, lo que conduce a una mayor exposición de la superficie ocular, lo que conduce a una mayor evaporación de las lágrimas. Si la pantalla está ubicada en una posición más alta con respecto a la dirección de la mirada, el área expuesta será más grande y las lágrimas se evaporarán más, lo que resultará en ojos secos e incomodidad. Un pequeño cambio en la apertura del párpado significa un gran cambio en la evaporación de las lágrimas. Es por eso que siempre se recomienda que la parte superior de la pantalla esté al nivel de los ojos o por debajo, pero nunca por arriba.

- Parpadeo: Un parpadeo suficiente ayuda a la distribución adecuada de la película lagrimal y la secreción de lípidos de las glándulas de Meibomio, protegiendo así la superficie ocular. En circunstancias normales, se considera que la frecuencia de parpadeo normal es de aproximadamente 12 a 15 parpadeos por minuto. Es importante tener en cuenta que cuando leemos el parpadeo se reduce a unos 8parp/min. Siendo así, el parpadeo se reduce significativamente con el uso de pantallas electrónicas (Chu C., y cols, 2014).
- Ojo seco: El ojo debe estar humectado y lubricado para que la córnea sea transparente y con una visión clara. El ojo seco es causado por una serie de cambios en la composición de las lágrimas humanas. Estos cambios pueden alterar la superficie ocular, provocando signos y síntomas. El mayor índice es el dolor agudo o latente causado por úlceras corneales, acompañado de pérdida de visión de transparencia corneal.

El ojo seco es una enfermedad multifactorial porque depende de factores genéticos y ambientales, y es muy común, con factores de riesgo muy definidos, como la edad y el ambiente atmosférico, que pueden contribuir a la evaporación de la lágrima.

- Apertura palpebral: El aumento del área de exposición ocular favorece la evaporación de lágrima. El ángulo de observación de la pantalla determina la apertura palpebral. (Hirota y cols, 2013).
- Reducción de la frecuencia y calidad de parpadeo: En comparación con la lectura en papel, la lectura frente a la pantalla puede reducir el parpadeo, lo que puede provocar una disminución de la calidad de las glándulas lagrimales. Esto se debe a que las glándulas de Meibomio se

estimulan incorrectamente lo que favorece la estabilidad y la evaporación de las lágrimas.

- Factores ambientales: El medio ambiente es un componente importante, por tanto, debido a la calidad del aire (sobrecalentamiento, aire acondicionado, humo) o en determinados momentos, normalmente solo en determinados ambientes se produce molestia o aumento de molestia o la concentración de partículas suspendidas en el aire. (Cheu RA, 2005).
- DMAE: La degeneración macular relacionada con la edad es la principal causa de pérdida irreversible de la visión en personas mayores de 50 años en países desarrollados. Se trata de un proceso degenerativo que afecta a la retina central, denominada mácula, la que nos proporciona una visión detallada. Debido a la aparición de drusas, la atrofia del epitelio pigmentario, el cambio de la capa fotosensible o la formación de nuevos vasos sanguíneos en la coroides provocará la pérdida de AV.
- Aumento del error refractivo: Investigaciones apuntan a una relación entre la aparición de miopía y el uso creciente de dispositivos digitales. Paralelamente al aumento de los dispositivos digitales se ha producido un incremento de la miopía en los países desarrollados y en vías de desarrollo de todo el mundo.

2.17 Más que 20 segundos

La regla del 20/20/20 debe aplicarse durante la jornada de trabajo o estudio y así descansar la visión y evitar la sintomatología.

Es importante tomar en cuenta varias recomendaciones, a la vez si estas presentando sintomatología visita a un profesional de la salud visual y te indique un tratamiento para reducir y evitar la sintomatología generada por dispositivos digitales.

Recuerda:

- Realiza la regla del 20/20/20. Cada 20 minutos, mira un objeto a 20 pies por un tiempo de 20 segundos.
- Mantén una postura adecuada y apoya la columna en el respaldar de la silla.
- Ubica el monitor a la misma altura de tus ojos.
- Utiliza lágrimas artificiales si sientes molestias, ardor o picor.

CAPÍTULO III

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño de la investigación y tipo de estudio

El siguiente trabajo se inscribe en el modelo cuantitativo de investigación, de carácter descriptivo y de corte transversal. Es cuantitativo porque permite realizar la medición de las variables, es no experimental porque no se manipulan las variables, es descriptivo, porque se busca conocer con certeza el problema, estableciendo las causas y consecuencias, así como también las dificultades por las que se está atravesando, de corte transversal porque la recolección de datos se realizó en un período corto y en un solo momento.

3.2 Población, sujeto y tipo de muestra estadística

3.2.1 Población

Se estudió una población de veintitrés (23) jóvenes de Chilibre, Panamá, por muestreo consecutivo por conveniencia.

3.2.2 Sujeto






Se determinó el tamaño de la muestra utilizando la siguiente fórmula:

<https://select-statistics.co.uk/calculators/sample-size-calculator-two-proportions/>.

Se utilizó un nivel de confianza del 95%, para dar un poder de 80%.

Se espera que los que no están expuestos a la luz azul de dispositivos digitales duerman un 99% y se espera que los que están expuestos a la luz azul de dispositivos digitales duerman un 70 %.

El Tamaño de la muestra es de 21 participantes.

What confidence level do you need? Typical choices are 90%, 95% or 99%	95 %	
What power do you need? A common choice is 80%	80 %	
What do you believe the likely sample proportion in group 1 to be?	99 %	
What do you believe the likely sample proportion in group 2 to be?	70 %	
Your recommended sample size is		21 

Criterios de inclusión

- Ser jóvenes entre 15 y 35 años.
- Residente de Chilibre, Panamá.
- Tener un promedio de horas de sueño diarias entre 4 horas y más de 12 horas.
- Usuario regular de dispositivos digitales.
- Tener acceso a la aplicación en el celular. (Sleep Cycle)
- Que acepte participar en el estudio y permanecer en el hasta que finalice.
- Nivel de compromiso y responsabilidad para recoger los datos.

Criterios de exclusión

- Falta de compromiso y no responder la encuesta.
- No usuario de dispositivos digitales (Televisión, celular y computadoras).
- Sin acceso a internet para usar la aplicación y responder la encuesta.
- Falta de compromiso para la recolección de datos.
- Trabajos u ocupaciones nocturnas con turnos rotativos.

- No cumplir con la edad establecida para el estudio.
- Padecer de enfermedad mental.

3.3 Variables - definición conceptual y operacional.

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento (Oxford Dictionary).	Años cumplidos referidos por el paciente al momento de la primera encuesta.
Satisfacción del sueño	La satisfacción del sueño se mide por la ausencia de emociones negativas, con mayor presencia de actitudes y pensamientos positivos (García, 2019).	Satisfacción referida por el paciente se clasifico en muy insatisfecho hasta muy satisfecho.
Dificultad de conciliar el sueño	Capacidad de llegar a dormir o permanecer dormido durante la noche (Asco, 2018).	Dificultad referida por el paciente en una escala el 1 al 5, siendo 1 la puntuación más baja.
Dificultad de permanecer dormido	Capacidad de mantener el sueño por un tiempo determinado sin interrupciones (Asco, 2018).	Dificultad referida por el paciente en una escala el 1 al 5, siendo 1 la puntuación más baja.
Dificultad de lograr un sueño reparador.	Es el conjunto de hábitos y conductas que facilitan el sueño, evitando todo aquello que interfiere con el mismo (Asco, 2018).	Dificultad referida por el paciente en una escala el 1 al 5, siendo 1 la puntuación más baja.

Dificultad para despertarse a la hora habitual	Este es un síndrome en el que se pueden ver afectados los ritmos circadianos. Las personas se duermen ligeramente en las primeras horas de quedarse dormidas y se quedan profundamente dormidas en las últimas horas (Asco,2018).	Dificultad referida por el paciente en una escala del 1 al 5, siendo 1 la puntuación más baja.
Excesiva somnolencia	La somnolencia diurna excesiva puede ser un signo de trastornos del sueño. Estas afecciones suelen causar fatiga y apatía (Brennan, 2015).	Nivel de somnolencia referida por el paciente en una escala del 1 al 5 donde 1 era el nivel más bajo.
Tiempo en dormirse	Hay diferentes ciclos de sueño. Cada proceso dura de 60 a 100 minutos y desempeña diferentes funciones en muchos procesos que ocurren en el cuerpo durante el sueño (Sanchez, L 2013).	Cantidad de minutos referidos por el paciente en que tardar en dormirse
Despertarse por las noches	Despertarse en medio de la noche se llama "insomnio", que es un problema común. La hora a la que se despierta durante el sueño suele ocurrir durante períodos de estrés (Brennan, 2015).	Cantidad de veces referidas por el paciente, que se despiertan en las noches.
Síntomas por el uso excesivo de dispositivos digitales	El uso excesivo de teléfonos móviles puede provocar daños irreversibles en el sistema nervioso central, ya que los campos electromagnéticos emitidos por estos dispositivos pueden provocar enfermedades relacionadas, como mareos, fatiga, trastornos del sueño, pérdida de memoria y el desarrollo de tumores cerebrales (Cerilosa, 2017).	Síntomas presentados referidos por el paciente cuando están expuestos a horas largas a los dispositivos digitales.
Horas dedicadas al uso de dispositivos digitales.	Cantidad aproximada de horas en las que se utilizan dispositivos digitales (Cerilosa, 2017)	Cantidad de horas referidas por el paciente, utilizadas en exposición de dispositivos digitales.

Dispositivos digitales más utilizados.	Los dispositivos más utilizados son teléfonos móviles (58%), computadoras portátiles (25%), computadoras de escritorio (15%) y tabletas (2%) (Cerilosa, 2017).	Tipos de dispositivos digitales, referidos por el paciente más utilizados en su día a día.
Calidad del sueño	La calidad del sueño es dormir bien por las noches, pero muchas veces se ve afectado ocasionando subprocesos de atención (Asco, 2018).	Calidad medida por la App Sleep Cycle mientras el paciente está durmiendo.
Hora de acostarse y despertarse.	Los adultos deben dormir entre 7 y 9 horas cada noche. Intente irse a la cama y despertarse aproximadamente a la misma hora cada día (Merino- Andrew, 2016).	Hora de irse a la cama y despertarse reportada por la aplicación Sleep Cycle.
Cantidad de horas de sueño	Los adultos deben dormir entre 7 y 9 horas cada noche (Merino-Andrew, 2016).	Cantidad de horas totales calculadas por la app Sleep Cycle.

3.4. Instrumentos y/ o técnicas de recolección de datos y/o materiales y/o equipos de insumos y /o infraestructura que se va a realizar.

El instrumento utilizado en esta investigación es una encuesta que se debe realizar diariamente con una serie de preguntas con opciones múltiples a escoger. Acompañada de una app que nos brinda la calidad del sueño, tiempo en cama, hora en dormirse y hora en despertarse, brindando una gráfica que deben proporcionar diariamente.

- **Formulario Google:** se tendrá un formulario para que el paciente lo resuelva a diario. Éste contiene una serie de preguntas que nos proporcionará datos útiles para la investigación.

- **Smartfone:** se contará con un dispositivo móvil donde se hará seguimiento de cada paciente por medio de reuniones semanales. Todos los pacientes es importante que cuenten con un dispositivo celular inteligente.
- **App Sleep Cycle:** es un reloj despertador inteligente que hace un seguimiento de sus patrones de sueño y le despierta durante el sueño ligero, analiza el sonido para supervisar el sueño.
- **Tiempo en pantalla:** es una característica que traen los celulares inteligentes para la supervisión del tiempo en pantalla que estás con tu celular.
- **Videollamadas:** se harán videollamadas semanales, para las opiniones y lo que está experimentando el paciente durante la investigación.

3.5 Procedimiento

1. Luego de la selección de los participantes se les indican los objetivos del estudio y proceden a firmar el consentimiento informado.
2. Al paciente se le explica el protocolo y tiempo de duración de la recolección de datos, así como también el funcionamiento de la App a utilizar (Sleep Cycle).
3. El paciente descarga la App (Sleep Cycle) 3 días antes del inicio del estudio de la investigación.
4. El paciente realizará el formulario a diario y enviará diariamente la gráfica brindada por la App, por un tiempo de 3 semanas de lunes a jueves.

5. Se confeccionará un registro mediante una base de datos en Excel, se espera recolectar una muestra de entre 20 a 25 personas.
6. Elaboración de tablas para cada paciente según los datos obtenidos semanalmente para el análisis de la investigación.
7. Discusión, análisis y conclusión de los resultados del estudio.

CAPÍTULO IV

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Es importante que los miembros del equipo médico puedan brindar asesoría específica a los familiares para que puedan gestionar el uso de los medios digitales, no solo en términos de contenido y limitaciones de tiempo, sino que también los individuos puedan dedicar tiempo a participar en otras actividades, evitando así alteraciones visuales, fisiológicas e incluso mentales.

La exposición y el uso de medios electrónicos por parte de los adolescentes-adultos pueden tener graves consecuencias sobre su desarrollo social y afectivo, así como sobre otros aspectos de su salud como el sueño, el riesgo de sobrepeso, vida sedentaria, diabetes, hipertensión y principalmente alteraciones visuales.

La Luz azul se encuentra en los dispositivos electrónicos que usamos a diario (como computadoras, tabletas, teléfonos inteligentes, televisores, etc.). Usarlos en momentos inadecuados y en momentos inapropiados puede hacer que nuestro ritmo de sueño se desequilibre. Además, muchos estudios han relacionado enfermedades y síndromes con la luz azul.

La luz azul de dispositivos digitales tiene un impacto negativo en el ciclo del sueño. Por esto hacemos distintas recomendaciones para obtener una alta calidad de sueño y así no tener afectaciones visuales.

1. Usar luz buena: Dado que uno de los problemas de usar el teléfono es la luz azul emitida, tiene sentido compensar este efecto con una luz que no interfiera con las funciones naturales del cuerpo humano. Los nuevos modelos de teléfonos inteligentes de hoy vienen con un modo nocturno incorporado que filtra la luz azul y emite una luz cálida.

2. Termina tus actividades por lo menos 30 minutos antes de acostarte: Se recomienda tener al menos media hora sin equipo antes de acostarse, para que el cuerpo sea más fácil de adaptarse.
3. Reducir tiempo de exposición a dispositivos digitales: Durante el día es importante no exponernos por horas prolongadas.
4. La regla del 20/20/20 debe aplicarse durante la jornada de trabajo o estudio y así descansar la visión y evitar la sintomatología. Es importante tomar en cuenta varias recomendaciones, a la vez si estas presentando sintomatología visita a un profesional de la salud visual y te indique un tratamiento para reducir y evitar la sintomatología generada por dispositivos digitales.

Recuerda:

- Realiza la regla del 20/20/20. Cada 20 minutos, mira un objeto a 20 pies por un tiempo de 20 segundos.
- Mantén una postura adecuada y apoya la columna en el respaldo de la silla.
- Ubica el monitor a la misma altura de tus ojos.
- Utiliza lágrimas artificiales si sientes molestias ardor o picor.

CAPÍTULO V

CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El interés de esta investigación estuvo centrado en el estudio de los efectos que produce la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño. En base a esto se ha encontrado que hay un porcentaje que influye en el ciclo del sueño ya que la revolución digital y la generalización del uso de los dispositivos digitales, han provocado el aumento de afecciones del sueño acompañado de una variedad de problemas visuales nuevos.

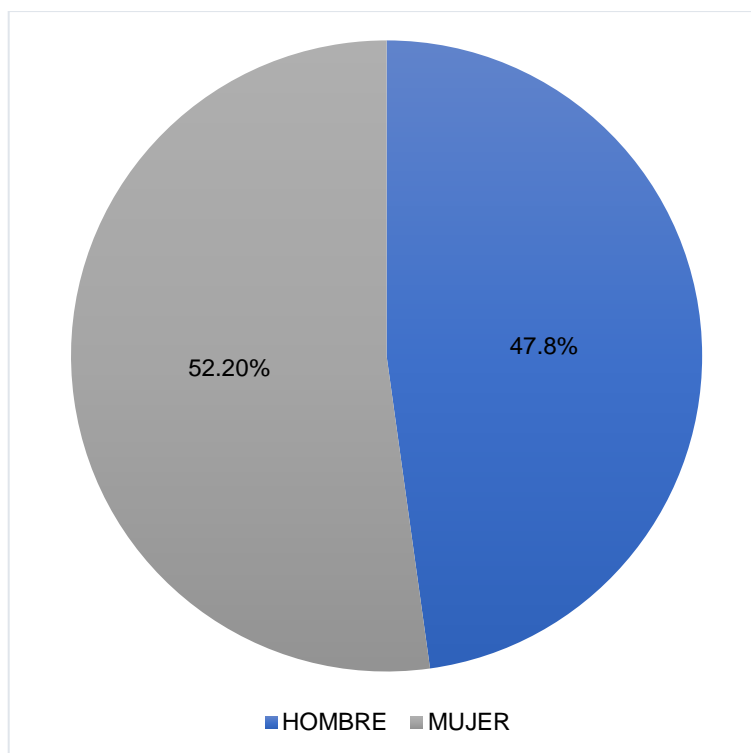
5.1 Procesamiento y análisis de los datos

A continuación, se presenta el procesamiento de las preguntas realizadas que servirán como base para determinar factores fundamentales en la investigación.

5.1.1 Descripción General

La distribución según el sexo, la muestra estuvo compuesta por un 52,2% de mujeres y 48,5% de hombres.

Gráfica N° 1. Distribución de encuestados según sexo.



Fuente: datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá.

Cuadro N° 1. Distribución de encuestados según sexo

SEXO	CANTIDAD	PORCENTAJE
HOMBRE	11	47.80%
MUJER	12	52.20%

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

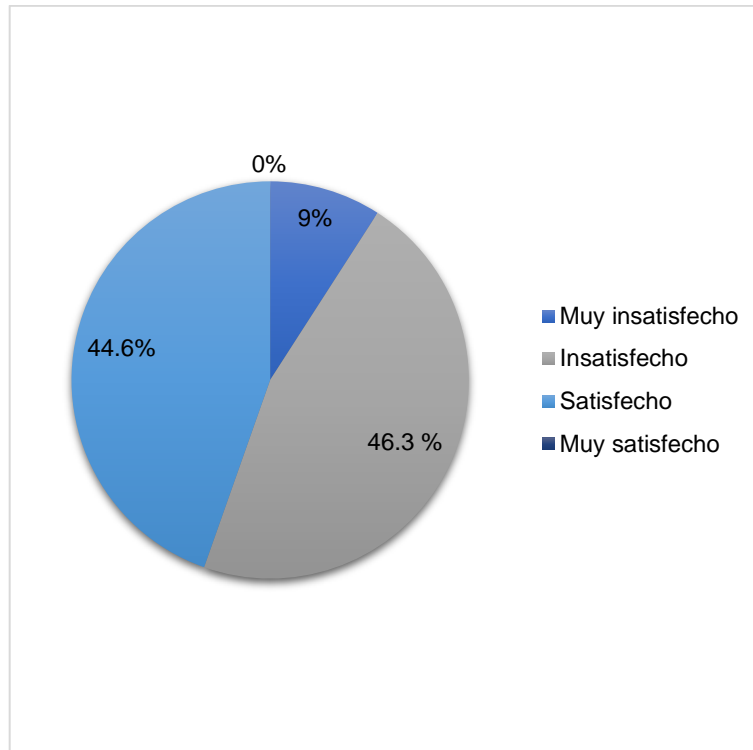
El estudio seleccionó a 35 participantes, y al final de este, solo se escogió 23, 11 hombres y 12 mujeres. Mas del 50 % es del sexo femenino.

Edad promedio y rango

Las edades están comprendidas entre 15 y 35 años.

El 100 % refirió no tener ninguna enfermedad física y ningún trastorno del sueño.

Gráfica N° 2 Distribución de encuestados según satisfacción del sueño.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

Cuadro N° 2 Distribución de datos según satisfacción del sueño.

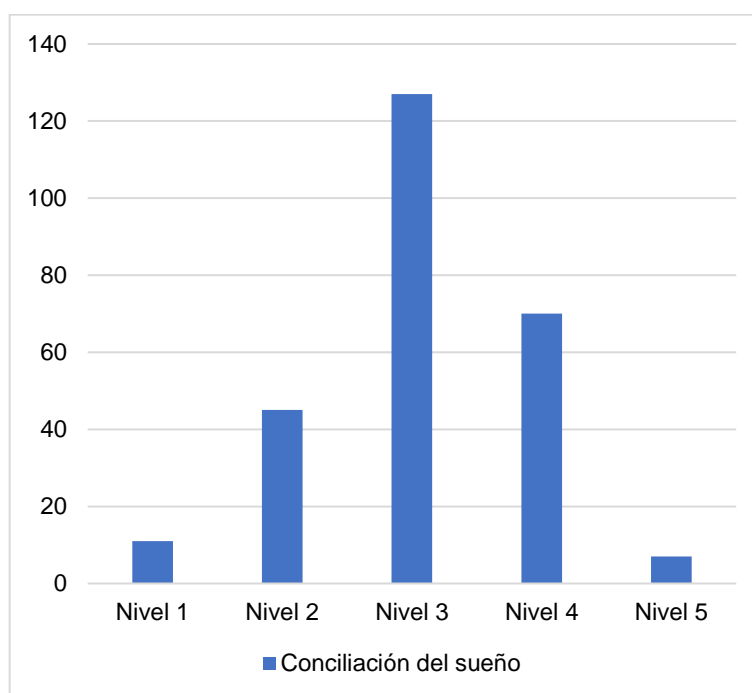
Satisfacción del sueño	Cantidad	Porcentaje
Muy insatisfecho	21	9.10%
Insatisfecho	107	46.30%
Satisfecho	103	44.60%
Muy satisfecho	0	0%

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

La satisfacción del sueño es una característica principal en este estudio ya que la cantidad de horas dormidos no es indicativa que el paciente se sienta satisfecho con su sueño. En esta muestra un 46.3 % reporta insatisfacción del sueño, 44.6 % está satisfecho con su sueño y 9.1 % esta insatisfecho con su sueño.

Con respecto a la relación entre el género y la satisfacción del sueño, la mayoría de los hombres dicen estar muy satisfechos (46,5 %) mientras que la mayoría de las mujeres (38.2%) están satisfechas con el sueño. Según las entrevistas realizadas semanalmente, no existe ningún hombre que se sienta cansado más de 3 días durante la semana por no dormir, tampoco en este estudio no existe ningún hombre con trastorno del sueño diagnosticado.

Gráfica N° 3 Distribución de encuestados según puntuación de dificultad para conciliar el sueño.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

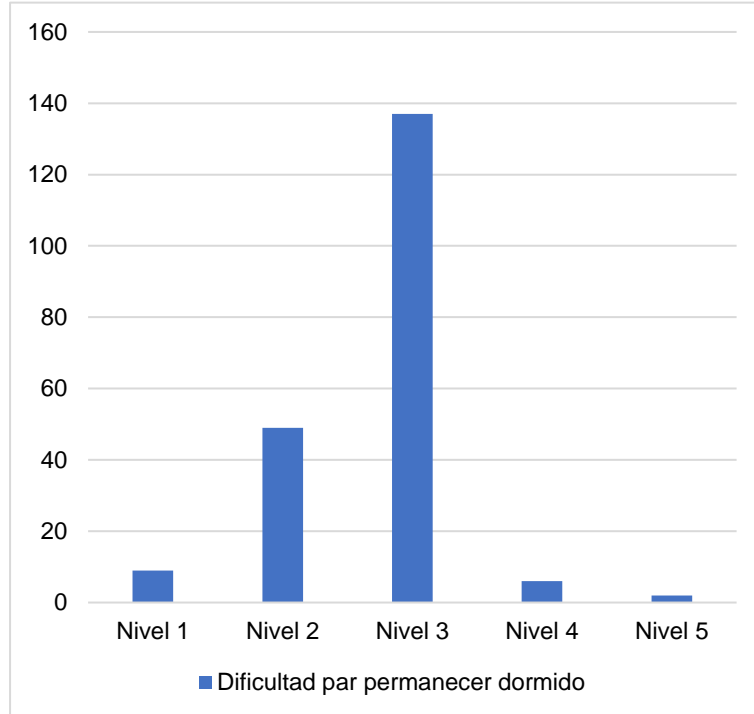
Cuadro N° 3 Distribución de datos obtenidos según puntuación de dificultad para conciliar el sueño.

Conciliación del sueño	Cantidad	Porcentaje
Nivel 1	11	4.2%
Nivel 2	45	17.3%
Nivel 3	127	48.84%
Nivel 4	70	26.92%
Nivel 5	7	2.69%

Fuente: Formulario a cerca de los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

En estas muestras el valor promedio de la dificultad para conciliar el sueño es de 3.2. Los problemas del sueño en adolescentes es un problema en la actualidad, ya que estos se encuentran expuestos en su gran mayoría a dispositivos digitales diariamente sin moderación. En el 2020 hemos experimentado una Pandemia (COVID-19) por ende, en el confinamiento hemos estado aún más expuestos, aumentando el tiempo de exposición a dispositivos digitales antes de dormir y durante todo el día. El conciliar el sueño es un problema muy frecuente en la adolescencia o en la edad adulta.

Gráfica N° 4 Distribución de encuestados según puntuación de dificultad para permanecer dormido.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

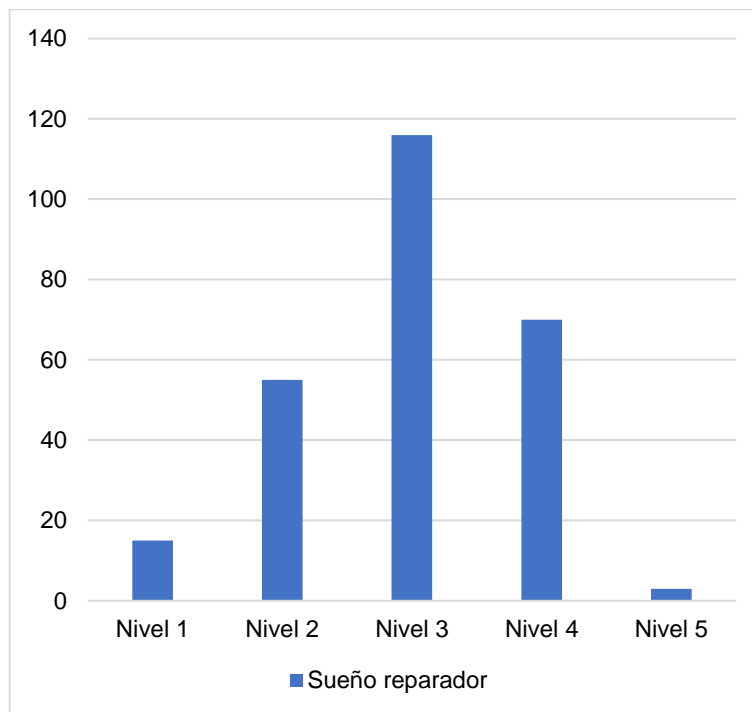
Cuadro N° 4 Distribución de datos obtenidos según puntuación de dificultad para permanecer dormido.

Dificultad para permanecer dormido	Cantidad	Porcentaje
Nivel 1	9	4.4%
Nivel 2	49	24.13%
Nivel 3	137	67.48%
Nivel 4	6	2.9%
Nivel 5	2	0.9%

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

En estas muestras el valor promedio de la dificultad de permanecer dormido es de 2.9 -3.0 Lograr permanecer dormido es un reto esto se ve afectado por las altas exposiciones a dispositivos digitales antes de dormir, presentando interrupciones en el momento de conciliar el sueño generando así insatisfacción del sueño, se dice que el uso de dispositivos digitales antes de dormir dificulta la conciliación del sueño generando así somnolencias.

Gráfica N° 5 Distribución de encuestados según puntuación de dificultad para mantener un sueño reparador.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

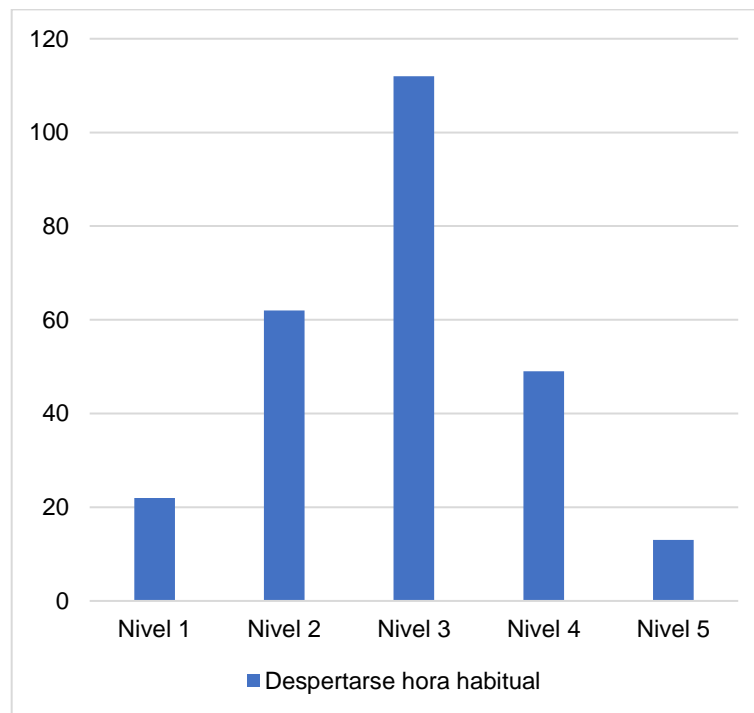
Cuadro N° 5 Distribución de datos obtenidos según puntuación de dificultad para mantener un sueño reparador.

Sueño reparador	Cantidad	Porcentaje
Nivel 1	15	6.55%
Nivel 2	55	24.01%
Nivel 3	116	50.65%
Nivel 4	70	30.56%
Nivel 5	3	1.31%

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

En estas muestras el valor promedio de dificultad para mantener un sueño reparador es de 2.9–3.0 El sueño es parte fundamental de la salud, es el momento en que el cuerpo descansa y recarga la energía necesaria para cumplir con nuestras actividades diarias, por eso es importante velar porque este sea de buena calidad y cantidad. El sueño se compone de tres aspectos importantes: la duración, continuidad y profundidad, la mala calidad de cada uno estos se relacionan con la sensación de sueño no reparador, ese en que la persona al despertar siente más cansancio de lo normal, se queda dormida fácilmente durante el desarrollo de sus labores y no logra una buena concentración durante el día.

Gráfica N° 6 Distribución de encuestados según puntuación de dificultad para despertarse a la hora habitual.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

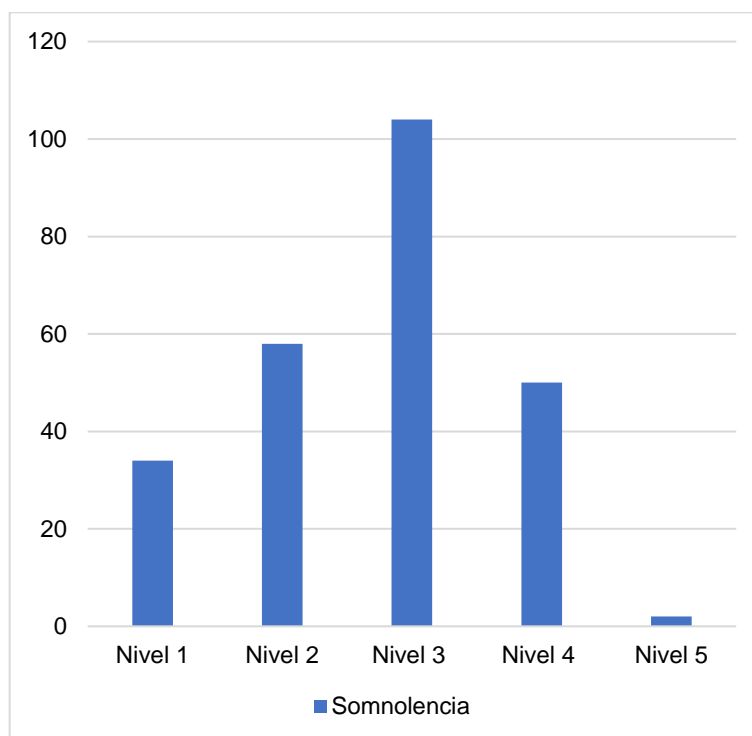
Cuadro N° 6 Distribución de encuestados según puntuación de dificultad para despertarse a la hora habitual.

Despertarse hora habitual	Cantidad	Porcentaje
Nivel 1	22	8.5%
Nivel 2	62	23.93%
Nivel 3	112	43.41%
Nivel 4	49	18.99%
Nivel 5	13	5.03%

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

En estas muestras el valor promedio de dificultad de despertarse a la hora habitual es de 2.8 – 3.0. La exposición prolongada al uso de dispositivos digitales antes de dormir y durante el día puede provocar insomnio, lo que dificulta la conciliación del sueño, dificultando así que te despiertes a la hora habitual, por lo que dependen de una alarma para levantarse a la hora habitual.

Gráfica N° 7 Distribución de encuestados según puntuación excesiva somnolencia.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

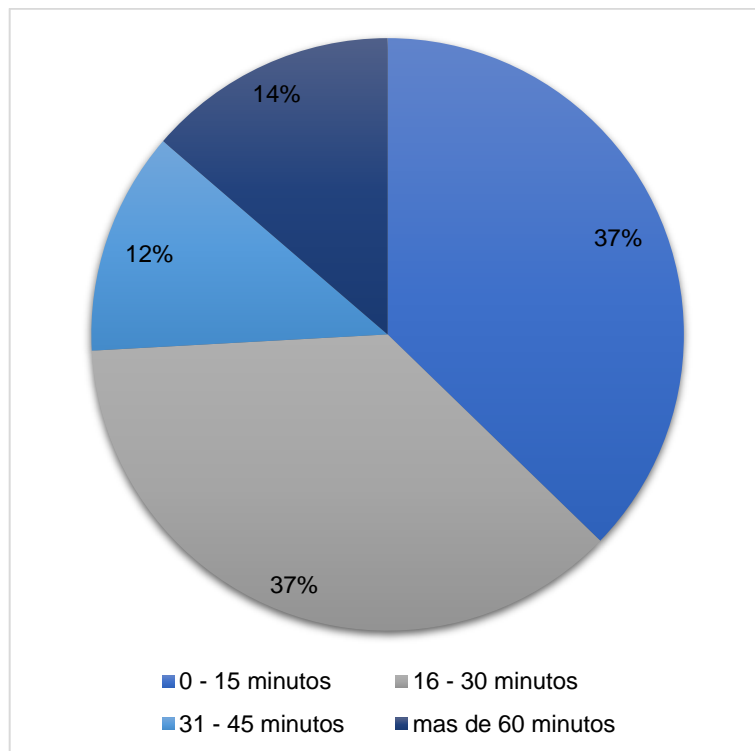
Cuadro N° 7 Distribución de encuestados según puntuación excesiva somnolencia.

Somnolencia	Cantidad	Porcentaje
Nivel 1	34	13.70%
Nivel 2	58	23.38%
Nivel 3	104	41.93%
Nivel 4	50	20.16%
Nivel 5	2	0.8%

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

En estas muestras el valor promedio de presentar excesiva somnolencia es de 2.7 – 3.0 . Esto sucede cuando la mala higiene del sueño, la fatiga mental, la falta de atención y la sensación de irritabilidad afectan las actividades diarias. Esto afecta directamente el rendimiento durante el día porque reduce la capacidad de responder y responder a situaciones y emergencias inesperadas. El tiempo de sueño perdido es acumulativo y, ante esta deficiencia, la única solución que el cerebro puede tolerar es restablecer el sueño.

Gráfica N° 8 Distribución de encuestados según tiempo que tardan en dormir.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

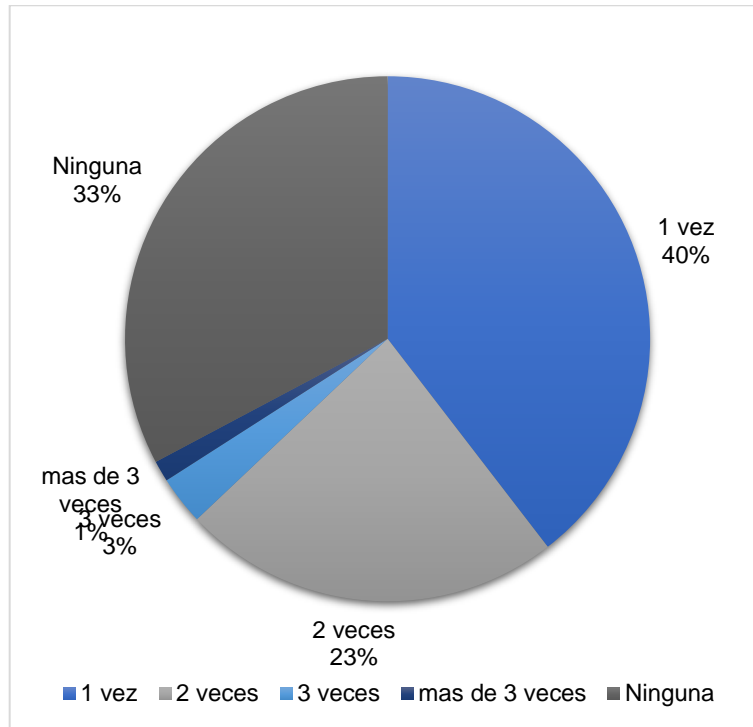
Cuadro N° 8 Distribución de datos obtenidos según tiempo que tardan en dormir.

Tiempo en dormir	Cantidad	Porcentaje
0 - 15 minutos	98	37.30%
16 - 30 minutos	97	36.90%
31 - 45 minutos	32	12.20%
más de 60 minutos	36	13.70%

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

Según los datos obtenidos un 36.9 % de los participantes tarda en dormirse entre 16- 30 minutos, aparte en 37.3 % logra dormirse en 15 minutos, esto quiere decir que después de estar expuesto a la luz azul que emana los dispositivos digitales, a más del 65% de los encuestadas se le dificulta conciliar el sueño entre 15 a 30 minutos.

Gráfica N° 9 Distribución de encuestados según veces que se despiertan en la noche.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

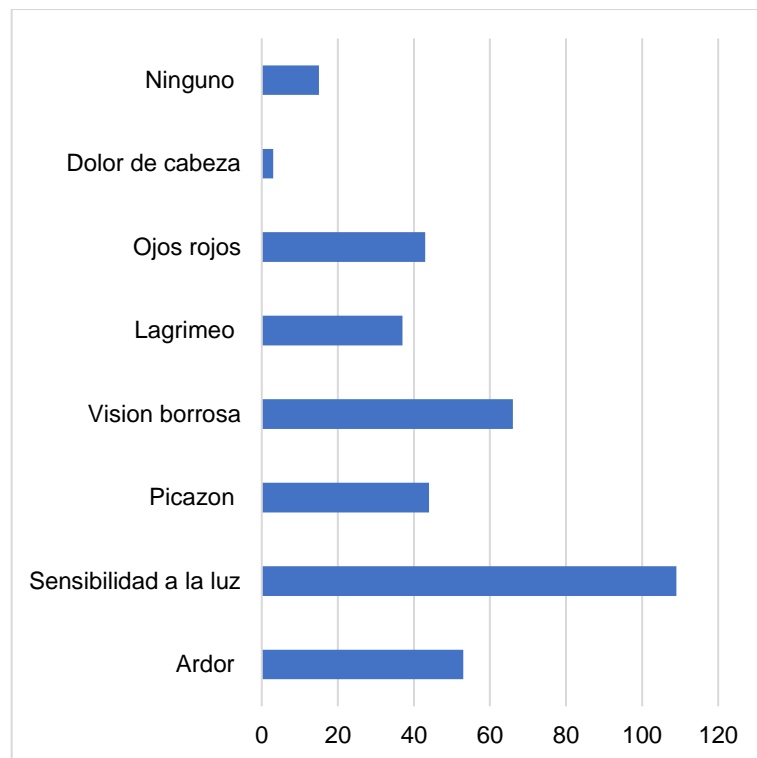
Cuadro N° 9 Distribución de encuestados según tiempo que tardan en dormir.

Veces despierto	Cantidad	Porcentaje
1 vez	93	39.60%
2 veces	55	23.40%
3 veces	7	3.00%
Mas de 3 veces	3	1.3%
Ninguna	80	32.80%

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

El análisis de la muestra refleja que en el 100 % de los encuestados, el 39.6 % se despierta, al menos una vez durante la noche; un 3.0 % indica que no se despierta por las noches; el 23.4 % reporta despertarse unas 2 veces durante la noche y el 3.0 % más de 3 veces.

Gráfica N° 10 Distribución de encuestados según síntomas oculares.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

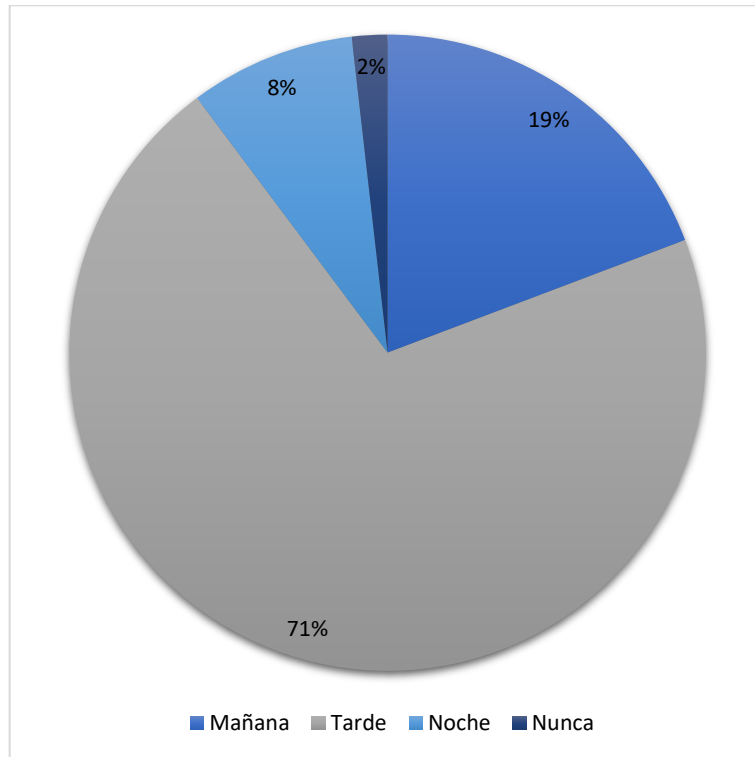
Cuadro N° 10 Distribución de datos obtenidos según síntomas oculares.

Síntomas Visuales	Cantidad	Porcentaje
Ardor	53	14.32%
Sensibilidad a la luz	109	29.45%
Picazón	44	11.89%
Visión borrosa	66	17.83%
Lagrimo	37	10%
Ojos rojos	43	11.62%
Dolor de cabeza	3	0.81%
Ninguno	15	40.54%

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

En el gráfico anterior se muestran los distintos síntomas generados por fatiga visual en los encuestados seleccionados, indicando los que presentaban o habían presentado en un determinado momento. En su mayoría, el síntoma que presentaban coincidía en que tenían interacción diaria y durante un tiempo prolongado con las pantallas móviles. Como se muestra en la gráfica, los síntomas más notorios son sensibilidad a la luz, ardor y visión borrosa. Estos síntomas suelen estar presentes cuando existe ojo seco, por la baja frecuencia de parpadeo al estar expuestos horas prolongadas a la luz azul que emanan los dispositivos digitales.

Gráfica N° 11 Distribución de encuestados con dolor de cabeza según hora del día en que se manifiesta.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

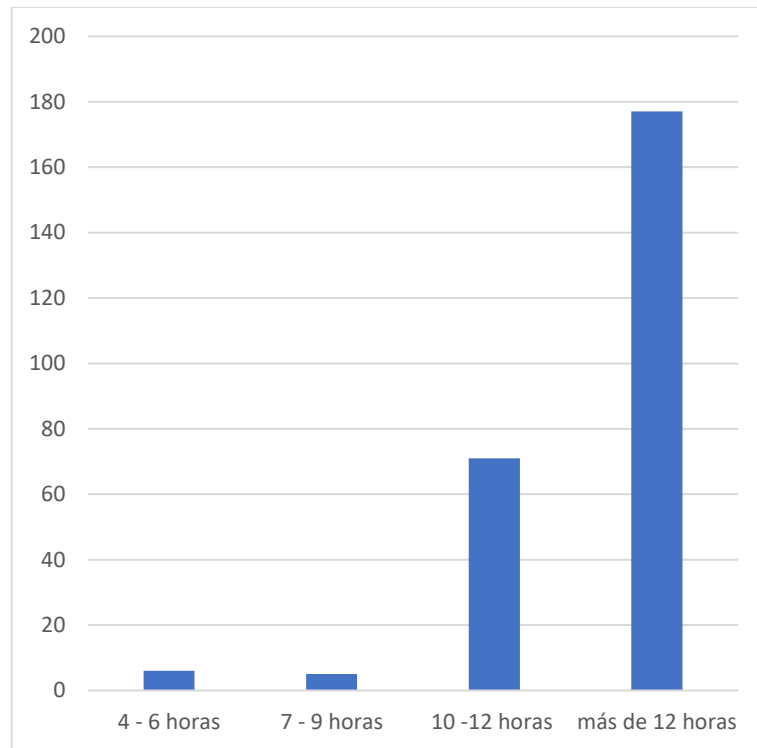
Cuadro N° 11 Distribución de datos obtenidos con dolor de cabeza según hora del día en que se manifiesta.

Dolor de Cabeza	Cantidad	Porcentaje
Mañana	32	19.20%
Tarde	117	70.40%
Noche	14	8.40%
Nunca	3	1.80%

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

La mayoría de los encuestados (70.4 %) reportan dolor de cabeza como un síntoma diario más notorio en las tardes, mientras que el 19.2 % indica ser más notorio por las mañanas.

Gráfica N° 12 Distribución de encuestados según tiempo de exposición a pantallas de dispositivos digitales.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

Cuadro N° 12 Distribución de datos obtenidos según tiempo de exposición a pantallas de dispositivos digitales.

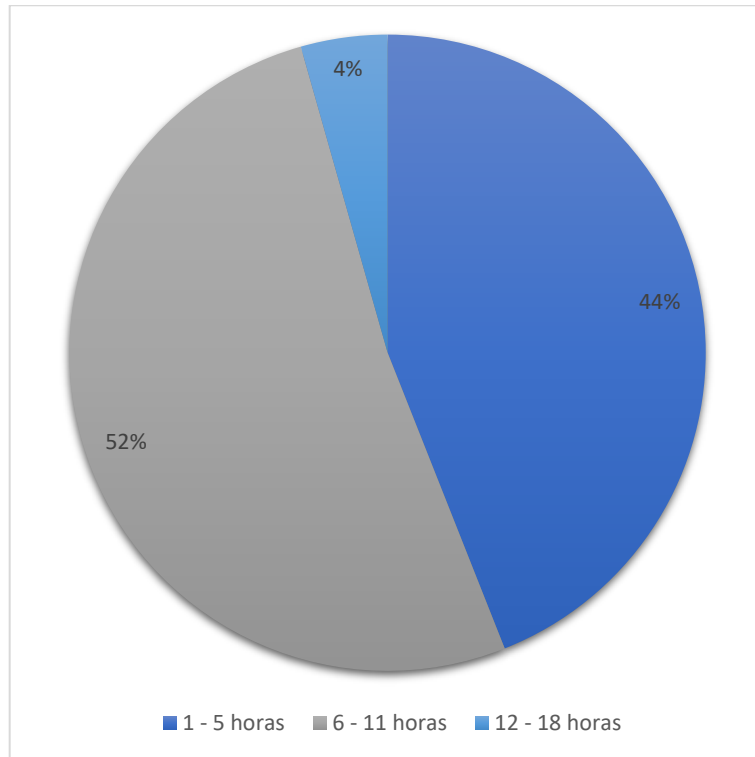
Exposición a pantallas de dispositivos digitales.	Cantidad	Porcentaje
4 - 6 horas	6	2.31%
7 - 9 horas	5	1.9%
10 -12 horas	71	27.41%
más de 12 horas	177	68.33%

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

El análisis de la muestra refleja que del 100 % de los jóvenes encuestados, el 27.4 % hacen uso de sus dispositivos digitales entre 10 – 12 horas diarias y 68.3 % de los jóvenes más de 12 horas, se puede decir que el 97% emplea más de 8 horas del día estar expuestos a la luz azul que emanan las pantallas de estos dispositivos digitales.

Valor promedio: 12 horas según muestras realizadas.

Gráfica N° 13 Distribución de encuestados según la cantidad de horas dormido.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

Cuadro N° 13 Distribución de datos obtenidos según la cantidad de horas dormido.

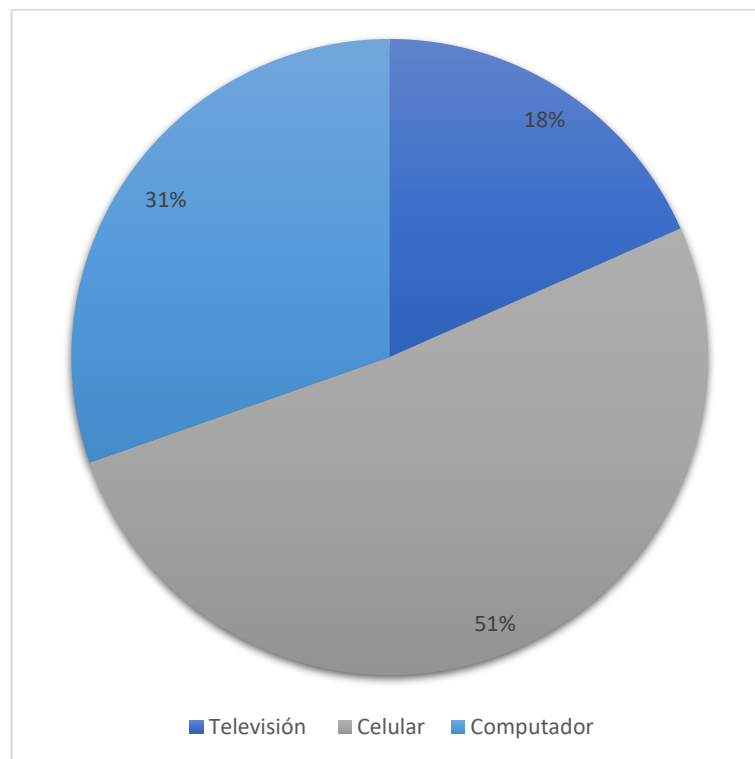
Cantidad de horas dormido	Cantidad	Porcentaje
1 - 5 horas	120	44.00%
6 - 11 horas	141	51.60%
12 - 18 horas	12	4.40%

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

Los resultados descriptivos de las características del sueño revelan, que la mayoría de las personas jóvenes adultas de nuestro grupo declaran dormir entre 6 y 11 horas al día (el 51.6%), además necesitan dormir el mismo número de horas en la misma proporción (75% de los encuestados).

La relación del género y la cantidad de horas dormido, resulta que la mayoría de los hombres duerme de 6 a 11 horas (un 72.5 %), mientras que las mujeres duerme, un 50,8% entre 6 a 11 horas y un 49,2% entre 1 y 5 horas.

Gráfica N° 14 Distribución de encuestados según dispositivos utilizados.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

Cuadro N° 14 Distribución de datos obtenidos según dispositivos utilizados.

Dispositivos Digitales	Cantidad	Porcentaje
Televisión	52	18.37%
Celular	145	51.23%
Computador	86	30.38%

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

Uno de los criterios de inclusión fue que el participante utilizará un dispositivo digital para así poder completar la participación en el estudio. El 100 % utiliza dispositivos celulares el cual utilizan diariamente para la comunicación y para ocio. Según entrevistas realizadas semanalmente indicaban que el celular lo utilizan a todo momento sin límites de horas ni horarios.

Distribución de encuestados según calidad del sueño referida por la App

Más del 70 % de los encuestados presentaron una calidad del sueño alrededor de 62 % según indica la App Sleep Cycle. Resaltando que éste fue dado en relación con la cantidad de horas dormido. Indicando que más del 50 % presenta una baja calidad del sueño.

Distribución de encuestados según hora promedio de irse a dormir

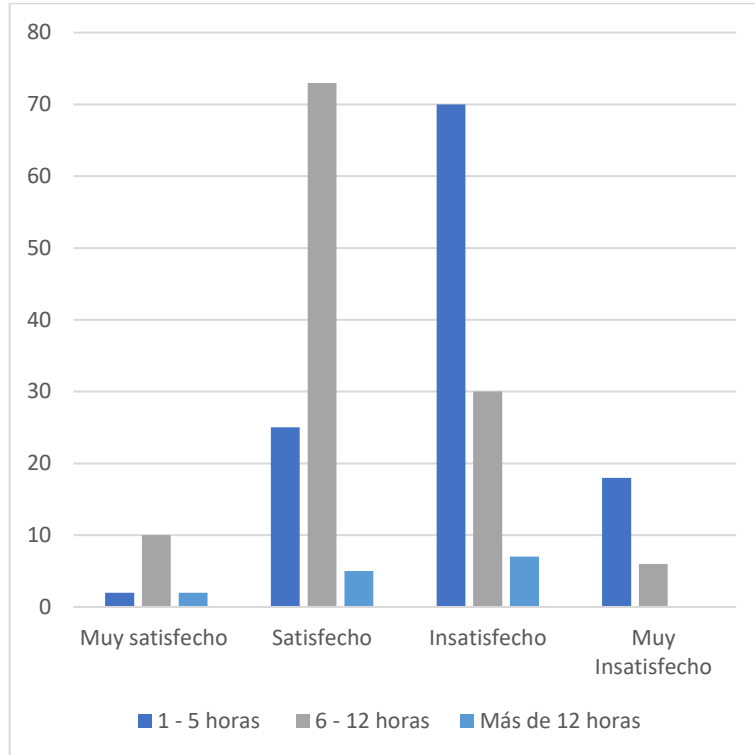
En esta variable, el valor promedio de irse a la cama es en un horario entre 23:00 y 1:00. Esto indica que más del 75 % duermen después de las 19:00 horas. Según Pelayo, indica que la hora perfecta para dormir es cuando tu cuerpo te lo pide, pero esto es imposible con la alta exposición prolongada a dispositivos digitales,

generando así un cambio radical afectando la hora de irse a la cama. Se recomienda irse a la cama a la misma hora todos los días, para crear una buena higiene del sueño. Destacando que el tiempo en que se está haciendo la investigación es en una pandemia COVID-19, y por esto el confinamiento indica mayor exposición a la luz azul de dispositivos digitales.

Distribución de encuestados según hora promedio de despertarse

Esta muestra indica que el valor promedio de despertarse es entre 8:00 y 9:00 horas. Analizando que la mayoría de los encuestados (>50%) duerme alrededor de 6 a 11 horas, pero esto no garantiza el descanso, ya que los datos proporcionados por la variable de satisfacción del sueño más del 45% indica insatisfacción del sueño. Las personas de este grupo declaran ser trasnochadas en un 52%, madrugadoras en un 36,8 % y permanecen acostadas más de 10 horas en un 12.5%.

Gráfica N° 15 Distribución de encuestados según satisfacción con el sueño y tiempo de sueño.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

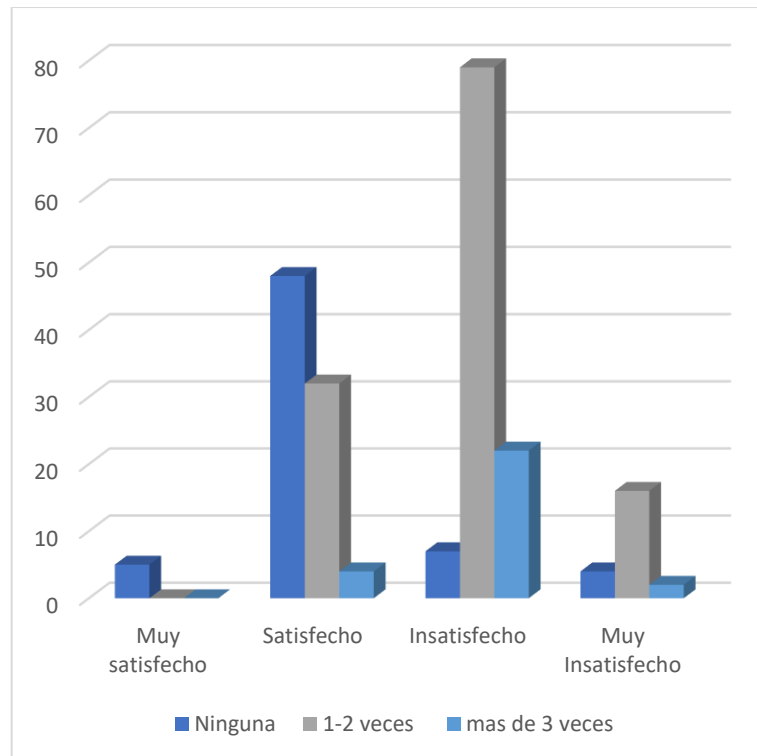
Cuadro N° 15 Distribución de datos obtenidos según satisfacción con el sueño y cantidad de horas de sueño.

	1 - 5 horas	6 - 12 horas	Más de 12 horas
Muy satisfecho	2	10	2
Satisfecho	25	73	5
Insatisfecho	70	30	7
Muy Insatisfecho	18	6	0

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

La mayoría de las personas muy satisfechas con su sueño la App Sleep Cycle registraba entre 6 a 11 horas de sueño un 65.6 %, mientras que los que decían sentirse insatisfecho la App Sleep Cycle registraba entre 4 a 5 horas de sueño.

Gráfica N° 16 Distribución de encuestados según satisfacción del sueño y despertares nocturnos.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

Cuadro N° 16 Distribución de datos obtenidos según satisfacción del sueño y despertares nocturnos.

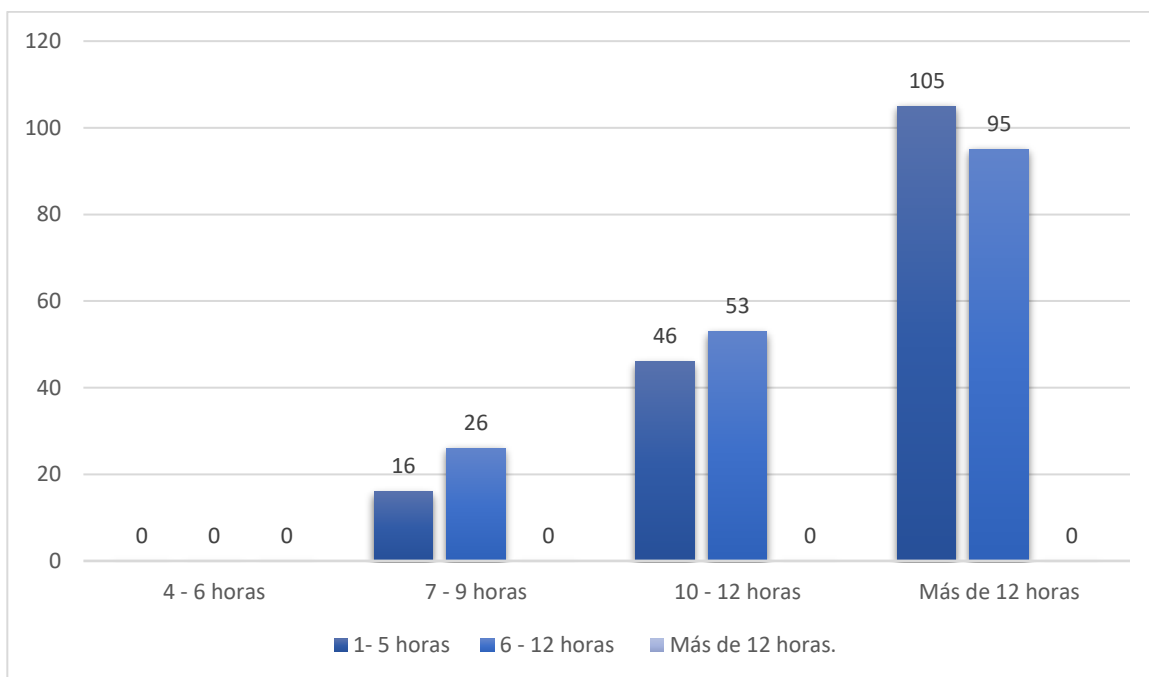
Satisfacción del sueño y despertares nocturnos.	Ninguna	1-2 veces	Más de 3 veces
Muy satisfecho	5	0	0
Satisfecho	48	32	4

Insatisfecho	7	79	22
Muy Insatisfecho	4	16	2

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

El 70 % de los que no se despiertan ninguna vez durante la noche se sienten muy satisfechos con su sueño. Mientras que más del 60 % de las personas que dicen sentirse insatisfechas con el sueño, se despierta entre 1 a 2 veces durante la noche.

Gráfica N° 17 Distribución de datos obtenidos según tiempo de exposición a dispositivos digitales y cantidad de horas de sueño.



Fuente: Datos obtenidos del formulario para determinar los efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

Cuadro N° 17 Distribución de datos obtenidos según tiempo de exposición a dispositivos digitales y cantidad de horas de sueño.

Tiempo de exposición / Horas dormido	1- 5 horas	6 - 12 horas	Más de 12 horas.
4 - 6 horas	0	0	0
7 - 9 horas	16	26	0
10 - 12 horas	46	53	0
Más de 12 horas	105	95	0

Fuente: Formulario a cerca de efectos de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño, de pacientes jóvenes. Chilibre, Panamá. Octubre a noviembre 2020.

Distribución de datos obtenidos según tiempo de exposición a dispositivos digitales y sintomatología presentada.

El 100 % de los encuestados refieren sintomatología que genera fatiga visual durante el día. El tiempo de exposición a dispositivos digitales que emanan luz azul es de más de 12 horas, esto ocasiona la sintomatología referida por los encuestados entre esta sensibilidad a la luz, cansancio visual, ardor, visión borrosa, ardor, dolor de cabeza y excesivo lagrimeo.

Distribución de datos obtenidos según cantidad de horas de sueño y excesiva somnolencia.

El valor promedio que presenta la excesiva somnolencia es un valor de 3.0 por lo general se presenta por la deficiencia de calidad de sueño y su satisfacción, la cantidad de horas de sueño más del 50% duerme entre 6 – 11 horas diarias y un 48 % 1 – 5 horas diarias.

DISCUSIÓN

Este estudio se propuso con el objetivo de identificar los efectos de la luz azul de los dispositivos digitales en el ciclo del sueño. Ha quedado probado que el uso de estos dispositivos pocas horas antes de dormir producen alteraciones en el ciclo del sueño e incluso pueden producir insomnio.

Un estudio realizado en Harvard '*Blue Light has Dark side*' determina que la luz azul puede afectar el ciclo del sueño y causar ciertas enfermedades como la diabetes, depresión etc. La melatonina (hormona encargada de regular el ritmo circadiano), es la responsable de provocar alteración del ciclo del sueño porque existe una supresión de esta. Tras múltiples estudios realizados se establece que la alteración del ciclo del sueño lo provoca la supresión de la melatonina.

El presente estudio fue diseñado para determinar las alteraciones que existen al estar expuestos, de manera prolongada, a la luz azul que emanan dispositivos digitales ocasionando así insatisfacción del sueño, dificultad para conciliar el sueño, dificultad para despertarse a la hora habitual, dificultad para lograr un sueño reparador, dificultad para permanecer dormido y una excesiva somnolencia.

Haciendo alusión a la calidad del sueño y al tiempo de exposición al de los dispositivos digitales, este estudio encontró que estar mucho tiempo delante de la pantalla de los dispositivos digitales está directamente relacionado con un sueño más corto, menor calidad, poco eficaz y poco reparador; con lo que crea muchos problemas para conciliar el sueño. Por tanto, altas horas de exposición a dispositivos digitales antes de dormir, dificulta que tu cerebro se relaje, generando interrupción de sueño.

Estudios previos indican que existe una reducción de la melatonina, al estar expuesto a la luz que emite la pantalla de dispositivos digitales reduce la secreción de melatonina, esta reducción hace que sea más difícil conciliar el sueño y permanecer estable durante unas horas. Por ello, se recomienda dejar de usar dispositivos digitales, al menos una hora antes de acostarse.

La inhibición de la secreción de melatonina puede tener un impacto negativo en el ritmo circadiano, provocando el impacto de la falta de sueño en la vida diaria. De hecho, la luz azul tiene una función en nuestro cuerpo en un momento específico, aumentando así la capacidad de reaccionar, concentrarse y mejorar el estado de ánimo.

Esta investigación halló que altas horas de exposición a dispositivos digitales antes de dormir hace que tú cerebro no se relaje, generando interrupción de sueño. Además de reducir la cantidad y la calidad del sueño, el uso de dispositivos digitales (como teléfonos inteligentes y tabletas) antes de acostarse también puede aumentar el riesgo de trastornos del sueño.

La exposición prolongada puede causar fototoxicidad de la retina y dañar las células del ojo. Por lo tanto, es obvio que debido al avance de las nuevas tecnologías y al contacto prolongado de nuestros ojos, es necesario educar en una cultura de prevención. y aprovechar al máximo los recursos de prevención.

Investigaciones anteriores han demostrado que la exposición a la luz azul y otros factores (como la función visual) pueden ser responsables de la calidad del sueño y su impacto en la vida laboral, social y familiar.

Como ya se mencionó en la revisión de la literatura científica, reflejada en la introducción la luz azul durante el día tiene efectos beneficiosos en la regulación del ritmo circadiano, manteniendo un estado de alerta y de ánimo.

Los resultados de este estudio indican que los efectos de la luz azul tienen efectos sobre la regulación del ritmo circadiano, encontrando unos efectos directos que la luz azul puede provocar en el organismo: cansancio, ardor y picor en los ojos, fatiga visual, ojos cansados y tensos, sensibilidad a la luz, cefalea, disminución en la calidad del sueño, somnolencia, insatisfacción del sueño etc.

En el estudio actual, la comparación tiempo de exposición a dispositivos digitales y síntomas visuales mostró que al estar expuestos prolongadamente a la exposición de la luz azul genera síntomas visuales (fatiga visual), ocasionando inconformidad por parte del paciente. Al estar más de 10 horas utilizando dispositivos digitales, pueden generarse síntomas como: sensibilidad a la luz, ardor, picazón o escozor, ojos rojos, visión borrosa y cefaleas. Estos síntomas en conjunto se les conoce como Síndrome visual informático que está relacionado con el uso de ordenadores, pero en la actualidad se les añade tabletas o celulares.

Otro hallazgo importante fue que existen numerosas variables como el estado de ánimo, somnolencia, dificultad para conciliar el sueño, cansancio que van a estar relacionados con las alteraciones del ritmo circadiano.

En relación con la somnolencia, un estudio llamado "Regulación del sueño circadiano y homeostático en humanos: efectos de la edad y luz monocromática" indica que se observó los sujetos presentes en su estructura de sueño experimentaron diferentes niveles de somnolencia y diferentes niveles de melatonina. De esta forma, concluyeron que los cambios experimentados en el ritmo circadiano tienen en cuenta factores como la edad y la influencia de la luz azul, como el mayor potenciador de este cambio.

Un hallazgo inesperado fue que el tiempo de exposición a dispositivo fuese de 12 horas seguidas, en un 50%. Esto indica la reducción de las actividades al aire libre

y el auge tomado por las tecnológicas, manifestándose así más ampliamente los síntomas descritos.

En este estudio se encontró que uso de dispositivos digitales que emanan luz azul causa un gran daño, tanto para el ciclo del sueño como para la salud visual. El ciclo del sueño se ve afectado por el tiempo de uso de los dispositivos en la cama antes de conciliar el sueño ocasionando así, no lograr un sueño reparador, despertarse a la hora habitual y excesiva somnolencia. Por esto, la reducción de horas al usar estos dispositivos es recomendada porque generan síntomas visuales y a su vez defectos refractivos corregidos con gafas.

CONCLUSIONES

Podemos concluir, a partir de los datos que:

- En este estudio, la mayor parte de la población estuvo insatisfecha con su sueño.
- La mayoría de la población tuvo dificultad para conciliar el sueño.
- Una gran parte de la población evaluada presentó dificultad para lograr un sueño reparador.
- Básicamente en su mayoría la población estudiada presentó dificultad para permanecer dormido.
- La mayor parte de la población presentó excesiva somnolencia, por la alta exposición a dispositivos digitales.
- En cuanto a los síntomas visuales, esta sección ha demostrado que la mayor alteración en la sensibilidad a la luz y
- El uso de dispositivos en la población estudiada era un factor de inclusión por tanto el dispositivo que más utilizaron es el dispositivo celular.
- Los resultados muestran que la cantidad de horas dormido esta entre 6 – 11 horas.
- En general, estos resultados demuestran que la hora de irse a la cama está entre 23:00 a 1:00 y la hora de despertar está entre 8:00 a 9:00.

LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Limitaciones

Es necesario considerar una serie de limitaciones importantes de este estudio: en primer lugar, dada la naturaleza del estudio, no fue posible determinar relaciones de causalidad entre las variables. Así como también la falta de supervisión a los participantes para evitar cualquier alteración en los resultados finales.

Segundo, se realizó un cuestionario para determinar la afectación de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño. Pero debió hacerse con más tiempo y de manera presencial, para escuchar al paciente y determinar una mejor conclusión.

Este estudio se encuentra condicionado por la actual pandemia COVID-19 y ó por el confinamiento debieron realizarse entrevistas con los pacientes de manera virtual.

Igualmente, se encuentra limitado por la falta de equipo científico que lo habría hecho más completo y detallado. Una posible debilidad de este estudio, también es la poca cantidad de participantes.

Recomendaciones:

Futuras investigaciones deberían centrarse además del impacto que la luz azul tiene en el ciclo del sueño, en el impacto visual que conlleva el tiempo prolongado de exposición a los dispositivos digitales porque, en la actualidad, ocasiona muchas alteraciones visuales e incluso si ya el individuo la presenta, ésta empeora con el tiempo.

Se recomienda que estudios futuros sobre el presente tema, aborden de manera supervisada el tiempo de exposición a dispositivos digitales, así como las horas de sueños y determinen con más exactitud y con evidencia científica el porqué de la alteración del sueño y sus efectos.

Es necesario seguir trabajando en este estudio y que pueda ser realizado bajo vigilancia por un periodo de tiempo más prolongado, con ayuda de aparatos tecnológicos que puedan medir con exactitud los resultados y así poder derivar mejores conclusiones sobre las afectaciones ocasionadas por la luz azul en el ciclo del sueño.

En investigaciones futuras, deben realizarse investigaciones en niños y así poder hacer un estudio comparativo entre los efectos que presentan los niños y los adultos, de manera que podamos concluir si existen algunas variaciones entre las dos poblaciones.

Se necesitan más investigaciones para incrementar nuestro conocimiento sobre los efectos de la luz azul que emanan los dispositivos digitales en el ciclo del sueño.

Los futuros estudios deberían concentrar sus esfuerzos en poder diferenciar los beneficios de la luz azul natural y artificial, así como los beneficios y las alteraciones que provocan a nuestros organismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS E INFOGRAFÍA

1. Arroyo, C., 2016. *Efectos De La Luz Azul En El Ritmo Circadiano Del Sueño*. Grado en Óptica y Optometría. Universidad de Valladolid.
2. Carrillo P, Barajas KG, Sánchez I, Rangel MF. Trastornos del sueño: ¿qué son y cuáles son sus consecuencias? Rev Fac Med (Méx) [revista en Internet]. 2018 [citado 13/09/2020];61(1):[aprox. 24p]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422018000100006&lng=es
3. Cerebrum.la. El impacto de la luz azul en el cerebro. Cerebrum - Centro Internacional de Neurociencia para el Desarrollo Humano. [En línea] 2016. <http://cerebrum.la/blogpost/el-impacto-de-la-luz-azul-en-el-cerebro>.
4. Cerisola, A. (2017). *Impacto negativo de los medios tecnológicos en el neurodesarrollo infantil*. [Ebook] (1st ed., pp. 126-131). Alfredo Cerisola. Retrieved 15 November 2020, from <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2017/08/848347/126-131.pdf>.
5. Chorley, Adrian. Ocular exposure to occupational non-ionising radiation in professional pilots. Londres, Reino Unido: London South Bank University, 2014. Tesis doctoral.
6. Claros González, Gynna Alejandra, & Rodríguez Villalobos, Anggie Catherin, & Forero, Diego A., & Camargo Sánchez, Andrés, & Niño Cardozo, Carmen Lucia (2013). INFLUENCIA FAMILIAR EN EL HÁBITO DEL SUEÑO EN UNA MUESTRA DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS SANOS EN BOGOTÁ, COLOMBIA - 2012. Revista CUIDARTE, 4(1),437-443.[fecha de Consulta 13 de

diciembre de 2020]. ISSN: 2216-0973. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3595/359533224002>

7. De la Portilla-Maya, Sonia, & Dussán-Lubert, Carmen, & Montoya-Londoño, Diana Marcela, & Taborda-Chaurra, Javier, & Nieto-Osorio, Luz Stella (2019). CALIDAD DE SUEÑO Y SOMNOLENCIA DIURNA EXCESIVA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE DIFERENTES DOMINIOS. *Revista Hacia la Promoción de la Salud*, 24(1),84-96.[fecha de Consulta 13 de Noviembre de 2020]. ISSN: 0121-7577. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3091/309159610008>

8. E. Boulton, M., C. Brainard, G., Jones, W., Karpecki, P., Melton, R. and Thomas, R., 2013. Riesgo de la luz azul: nuevos hallazgos y enfoques para preservar la salud ocular. *Essilor*, [online] pp.37-47. Available at: <<https://www.pointsdevue.com/sites/default/files/riesgo-de-la-luz-azul.pdf>> [Accessed 12 August 2020]

9. Efectos de la luz de las pantallas en el sueño. *El Universo*. (2017). Retrieved 16 October 2020, from <https://www.eluniverso.com/larevista/2018/12/09/nota/7085601/luz-que-nos-roba-sueno>.

10. García Feijoó, J., Pablo-Júlvez, L. (2012). *Manual de oftalmología clínica*. Elsevier.

11. Gázquez Linares, José J., & Padilla Góngora, David, & Castellón Sánchez, Alberto, & Ruiz Fernández, María I. (2005). HÁBITOS DE SUEÑO EN LAS PERSONAS MAYORES. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 3(1),275-284.[fecha de Consulta 12 de octubre de 2020]. ISSN: 0214-9877. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3498/349832310026>.

12. Guerrero Vargas, J. (2012). *Optometría clínica* (2nd ed.). Fundación Universitaria del Área Andina. (Guerrero Vargas, 2012)

13. Guevara Ipushima, K., & Ethel Tessa, T. (2016). CALIDAD DE SUEÑO Y SOMNOLENCIA DIURNA EN CONDUCTORES DE TAXI DE UNA EMPRESA PRIVADA EN LIMA METROPOLITANA- SANTIAGO DE SURCO, 2016 (Licenciada en Enfermería). Universidad Peruano Cayetano Hereida.
14. Harvard Health Letter. Blue light has a dark side. Harvard Health Publishing-Harvard Medical School. [En línea] 13 de Agosto de 2020. <https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/blue-light-has-a-dark-side>.
15. K. Crouch, R. (2009). *The Visual Cycle*. Photobiology.info. Retrieved 6 November 2020, from <http://photobiology.info/Crouch.html>.
16. Kaufman, P. and Alm, A., 2004. *Adler : Fisiología Del Ojo*. 10th ed. Madrid: Elsevier, pp.10-220.
17. Lira, D., & Custodio, N. (2018). Los trastornos del sueño y su compleja relación con las funciones cognitivas. *Rev Neuropsiquiatra*, 20-25. Retrieved 12 September 2020, from <http://www.scielo.org.pe/pdf/rnp/v81n1/a04v81n1.pdf>.
18. Lucas Sánchez, F. (2013). *Investigación sobre la relación entre el sueño y el rendimiento escolar en Bajadoz*. (Maestro de Educación Primaria). Universidad Internacional de la Rioja, Facultad de Educación.
19. Martín Herranz, R., & Vecilla Antolínez, G. (2010). *Manual de optometría*. Editorial Médica Panamericana.
20. Merino-Andreu M, Álvarez-Ruiz de Larrinaga A, Madrid-Pérez JA, Martínez-Martínez MA, Puertas Cuesta FJ, Asencio-Guerra AJ, et al. Sueño saludable: evidencias y guías de actuación. Documento oficial de la Sociedad Española de Sueño. *Rev Neurol* 2016; 63 (Supl 2): S1-27.

21. Nioi, Amanda. Evaluation of blue light exposure, illuminance level and the associations with sleep/wake patterns in two populations living with sensory impairment. Edimburgo, Escocia, Reino unido : Heriot-Watt University, 2016. Tesis doctoral.
22. The impact of bright artificial white and 'blue-enriched' light on sleep and circadian phase during the polar winter. Mottram, Victoria, y otros. 1, Hoboken, Nueva Jersey, EEUU : Wiley, 2011, Journal of sleep research, Vol. 20.
23. Tosini, G., Ferguson, I., & Tsubota, K. (2016). *Effects of blue light on the circadian system and eye physiology* [Ebook] (1st ed., pp. 61-68). Molecular Vision. Retrieved 7 October 2020, from <http://file:///C:/Users/roxan/Downloads/molecularVision.pdf>. (Tosini, Ferguson, Tsubota, 2016)
24. Vasco Gómez, Ana, & Herrera Morales, Cristina, & Pedreira Robles, Guillermo, & Martínez Delgado, Yaiza, & Junyent Iglesias, Ernestina (2017). Calidad del sueño y depresión en pacientes con enfermedad renal crónica terminal en hemodiálisis. *Enfermería Nefrológica*, 20(1),32-32. [fecha de Consulta 13 de Diciembre de 2020]. ISSN: 2254-2884. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3598/359855854024>
25. Vicente-Tejedor, Javier, y otros. Removal of the blue component of light significantly decreases retinal damage after high intensity exposure. *Plos One*. [En línea] 15 de noviembre de 2020. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0194218>.
26. Wahl, S. (2019). *The inner clock blue light sets the human rhythm*. Wiley Online Library. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jbio.201900102>
27. Zeiss. Blue Light: the good and the bad. Zeiss. [En línea] 16 de Octubre de 2020 <https://www.zeiss.com.au/vision-care/better-vision/understanding-vision/blue-light-thegood-and-the-bad.html>.
28. Writing, R. (2020). I Have Duane Syndrome, a Rare Eye Condition. Retrieved 6 November 2020, from <https://patientslounge.com/conditions/duane-syndrome-eye-disorder>.

29. Brennan, P. (2015). Somnolencia: MedlinePlus enciclopedia médica. Retrieved 6 March 2021, from <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003208.htm#:~:text=La%20somnolencia%20excesiva%20durante%20el,frecuencia%20causan%20fatiga%20y%20apat%C3%ADa>.
30. Writing, R. (2021). I Have Duane Syndrome, a Rare Eye Condition. Retrieved 6 November 2020, from <https://patientslounge.com/conditions/duane-syndrome-eye-disorder>.
31. García, R. (2021). La satisfacción del sueño: Despertar con energía - Caretas. Retrieved 19 December 2020, from <https://caretas.pe/estilo-de-vida/dormir-bien-despertar-sueno-energia-satisfaccion-sonar-como-trabajo/>
32. Problemas para dormir: Insomnio. (2021). Retrieved 17 October 2020, from <https://www.cancer.net/es/asimilaci%C3%B3n-con-c%C3%A1ncer/efectos-f%C3%ADsicos-emocionales-y-sociales-del-c%C3%A1ncer/manejo-de-los-efectos-secundarios-f%C3%ADsicos/problemas-para-dormir-insomnio#:~:text=El%20insomnio%20es%20la%20imposibilidad,alg%C3%BAn%20momento%20de%20sus%20vidas>.

ANEXOS

ANEXO N°1
FORMULARIO

FORMULARIO DE TESIS
LUZ AZUL 2020

***Obligatorio**

1. Dirección de correo electrónico *

2. ¿Qué tan satisfecho se encuentra usted con su sueño? *

Marca solo un óvalo.

- Muy insatisfecho
 Insatisfecho
 Satisfecho
 Muy satisfecho

3. ¿Has tenido dificultad para conciliar el sueño? Califica del 1-5 Siendo 5 la puntuación más alta. *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Malo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Bueno

4. ¿Has tenido dificultad para permanecer dormido? Califica del 1-5 Siendo 5 la puntuación mas alta. *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Malo Bueno

5. ¿Has tenido dificultad para lograr un sueño reparador? Califica del 1-5 Siendo 5 la puntuación más alta. *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Malo Bueno

6. ¿Has tenido dificultad para despertarse a la hora habitual? Califica del 1-5 Siendo 5 la puntuación más alta. *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Malo Bueno

7. ¿Has tenido excesiva somnolencia? Califica del 1-5 Siendo 5 la puntuación más alta. *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

8. ¿Cuánto tiempo tardaste en dormirte, una vez lo intentaste? *

Marca solo un óvalo.

Malo Bueno

- 0-15 minutos
- 16-30 minutos
- 31-45 minutos
- 36-46 minutos
- Más de 60 minutos

9. ¿Te despertaste en la noche? *

Marca solo un óvalo.

- Ninguna vez
- 1 vez
- 2 veces
- 3 veces
- Más de 3 veces

10. En algún momento del día sueles tener alguno de estos síntomas (puedes encerrar más de uno) *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Lagrimeo excesivo
- Picazón en los ojos
- Visión Borrosa
- Sensibilidad a la luz
- Ojos Rojos
- Ardor
- No presento síntomas

Otros: _____

11. Si te duele la cabeza ¿En qué momento del día? *

Marca solo un óvalo.

- Mañana
- Tarde
- Noche
- Nunca me duele la cabeza

12. ¿Cuánto tiempo pasas en el día viendo la pantalla de dispositivos electrónicos incluyendo celular, tablet, computadoras, y televisor *

13. ¿Cuál de los siguientes dispositivos utilizas diariamente? *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Celular
- Celular e-book
- Computadora
- Televisión
- No uso ningún dispositivo

RECUERDA ENVIAR LA GRAFICA QUE TE DA LA APP SLEEP CYLCE A MI CORREO O A MI WHATSAPP.



ANEXO N°2

**APP UTILIZADA PARA LA CALIDAD
DEL SUEÑO Y SUS DERIVACIONES.**



Despierta tranquilo mañana.

Deje que su teléfono analice su sueño y lo despierte con una suave alarma en la fase de sueño más ligera: la forma natural de despertarse sintiéndose descansado.



ANEXO N°3
CONSENTIMIENTO

HOJA DE INFORMACIÓN DEL PACIENTE Y FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Protocolo: EFECTO DE LA LUZ AZUL DE DISPOSITIVOS DIGITALES EN EL CICLO DEL SUEÑO, EN PACIENTES ENTRE 15 A 35 AÑOS. CORREGIMIENTO DE CHILIBRE, REPÚBLICA DE PANAMÁ EN EL AÑO 2020.

Investigador (a) Principal: ROXANA JEANNINE VÁSQUEZ

ZAMBRANO Lugar de Estudio: CORREGIMIENTO DE
CHILIBRE, PANAMÁ.

Teléfono del centro: 6248- 5148 / 216-6672

INFORMACIÓN QUE DEBE CONOCER ANTES DE ACEPTAR PARTICIPAR EN EL ESTUDIO

Les estamos solicitando su participación en un estudio de investigación. Los estudios de investigación incluyen solo a las personas que deciden formar parte del mismo. Este documento se llama consentimiento informado. Por favor, lea cuidadosamente esta información y tome su tiempo para tomar su decisión con respecto a su participación. Siéntase libre de pedir a la persona encargada del estudio el discutir este documento de consentimiento con usted. Puede solicitarle que le explique cualquier palabra o información que usted no entienda claramente. La naturaleza del estudio, objetivos, beneficios, y otra información importante sobre la investigación se describen a continuación en este documento.

Este estudio está siendo realizado para un trabajo de tesis de investigación como requisito para obtener el título de Doctorado Profesional en Optometría por la estudiante e Investigadora Principal Roxana Jeannine Vásquez Zambrano, quien es la persona encargada de este estudio. Ella estará siendo asesorada por Nini Lozano, Profesor Asesor de la Universidad de Las Américas ... y por el Dr. Juan Manuel Muñoz , Médico Oftalmólogo del Servicio de Oftalmología .

Este estudio ha sido aprobado por el Comité Institucional de Ética de la Investigación de la Caja de Seguro Social de Panamá, ubicado en Clayton, Edif.

519, 5to piso.

Esta investigación se llevará a cabo en el corregimiento de Chilibre, Panamá durante el mes de octubre del 2020.

Objetivos del Estudio

Objetivo General:

- Establecer de qué manera afecta la luz azul de dispositivos digitales al ciclo del sueño en pacientes de 15 a 35 años. Corregimiento de Chilibre, República de Panamá.

Objetivos Específicos

- Estudiar el efecto de la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño en sujetos del Corregimiento de Chilibre, República de Panamá.
- Describir las alteraciones que produce la luz azul.
- Evaluar los riesgos de la luz azul en el ciclo del sueño.
- Identificar o registrar la incidencia de los problemas o afectaciones causadas por la exposición a la luz azul.
- Proponer medidas de prevención para reducir las alteraciones a la exposición a la luz azul.
- Definir ideas para la regulación del sueño.

Procedimientos del Estudio

Si usted forma parte en este estudio, se le solicitará lo siguiente:

- Responder diariamente una encuesta con 10 preguntas
- El tiempo que le tomará responder estas preguntas es aproximadamente de 10 a 15 minutos.
- Esta encuesta debe realizarse durante el día en el horario que se le facilite.
- Si desea que el investigador le colabore en la lectura de las preguntas o escritura de sus respuestas, puede solicitarlo en el momento de la encuesta frente a un testigo imparcial que usted designe.
- Todas las respuestas de este cuestionario serán guardadas y protegidas en un lugar seguro durante cinco años en una base de datos. Después de transcurrido este periodo de tiempo, éstas serán destruidas.

Número Total de Participantes

Este estudio cuenta con un mínimo de 20 personas formarán parte de este estudio en el corregimiento de Chilibre.

Beneficios

El beneficio será el saber que usted está contribuyendo a saber los efectos que tiene la luz azul de dispositivos digitales en el ciclo del sueño.

Riesgos

Este estudio se clasifica en la categoría de riesgo mínimo. Esto significa que los riesgos asociados en este estudio son los mismos que usted enfrenta diariamente. No existen riesgos adicionales para aquellos que participan en este estudio.

Compensación

Se le proveerá de un pequeño refrigerio en agradecimiento a su tiempo. No recibirá ninguna compensación económica por formar parte en este estudio.

Privacidad y Confidencialidad

- Esta encuesta es anónima y su nombre no aparecerá en la misma. Se mantendrán sus respuestas de manera confidencial.
- Nadie tendrá permitido ver su base de datos con las respuestas brindadas.
- Todos los datos recogidos serán objeto de investigación y se almacenarán en (unidad ejecutora).
- Cuando los resultados de la investigación se publiquen o se discutan en conferencias, no se incluirá información que pueda revelar su identidad. En el momento que usted solicite información relacionada con el proyecto, la investigadora y los asesores de la investigación se la podrá proporcionar.

Participación Voluntaria/Retiro

Su participación en esta investigación es voluntaria. Usted no debería sentir ninguna clase de presión para tomar parte de este estudio. Su decisión de participar o no en este proyecto no afectará sus relaciones actuales o futuras. Si usted decide participar en este estudio y luego cambia de opinión, usted podrá

retirarse en cualquier momento o dejar de responder cualquier pregunta de la encuesta sin enfrentar ningún tipo de penalización por parte del equipo de investigación.

Usted puede obtener las respuestas a sus preguntas, preocupaciones y quejas

Si durante el desarrollo de la encuesta o posterior a ella usted tiene alguna duda puede contactarse con la investigadora principal de este proyecto: Roxana Jeannine Vásquez Zambrano al teléfono: 8-908-42 o al correo electrónico: roxjeannine@hotmail.com

Si usted desea discutir con alguien más que no forme parte del grupo de investigación, comuníquese con el Comité Institucional de Ética de la Investigación de la Caja de Seguro Social al teléfono 513-1887.

Consentimiento para Participar en este Estudio de Investigación

Si desea participar en este estudio, favor firme el formulario, si las siguientes afirmaciones son verdaderas:

“Libremente doy mi consentimiento para participar en este estudio”. Entiendo que al firmar este formulario estoy de acuerdo con participar en la investigación además de haber recibido una copia de este formulario.

Firma de la participante en el estudio
Nombre de la participante en el estudio

Fecha: _____ Hora: _____

Firma del Testigo
Nombre del Testigo

Parentesco: _____ Fecha: _____

Declaración de la Persona que Obtiene el Consentimiento Informado

He explicado cuidadosamente a la persona que toma parte en el estudio lo que él/ella puede esperar de su participación. Por medio de la presente certifico que cuando esta persona firmó este formulario, según mi conocimiento, ha entendido:

- De qué se trata el estudio
- Cuál es el procedimiento del mismo
- Que no hay otro beneficio más que ayudar a conocer sobre el tema del estudio.
- Que es un estudio de riesgo mínimo.

Puedo confirmar que el/la participante del estudio **habla, lee y/o entiende el idioma español** y que además está recibiendo una copia del formulario de consentimiento informado en el idioma correspondiente. Además, el/la participante pudo leer y entender este documento o, si no pudo, al menos, esta persona fue capaz de escuchar y entender el formulario cuando éste le fue leído junto a un testigo. El/La participante no padece de dificultades médico / psicológicas que puedan

comprometer su comprensión, por lo tanto no se hace difícil entender lo que se le está explicando y, por consiguiente, puede ofrecer su consentimiento informado siendo este legalmente válido.

Este (a) participante no está bajo ningún tipo de anestesia o analgésicos que pueden nublar su juicio o hacer que sea difícil de entender lo que se está explicando, por lo tanto, puede considerarse competente para dar su consentimiento informado.

Firma de la Persona Autorizada que Obtiene el Consentimiento Informado

Nombre Legible Persona Autorizada que Obtiene el Consentimiento Informado

Fecha: _____ Hora: _____

INDICE DE GRÁFICAS

GRAFICA N°	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Gráfica N°1	Distribución de encuestados según sexo	71
Gráfica N°2	Distribución de encuestados según la satisfacción del sueño.	72
Gráfica N°3	Distribución de encuestados según puntuación de dificultad para conciliar el sueño	73
Gráfica N°4	Distribución de encuestados según puntuación de dificultad para permanecer dormido.	75
Gráfica N°5	Distribución de encuestados según puntuación de dificultad para mantener un sueño reparador.	76
Gráfica N°6	Distribución de encuestados según puntuación de dificultad para despertarse a la hora habitual.	77
Gráfica N°7	Distribución de encuestados según puntuación excesiva somnolencia	79

Gráfica N°8	Distribución de encuestados según tiempo que tardan en dormir.	80
Gráfica N°9	Distribución de encuestados según veces que se despiertan en la noche	82
Gráfica N°10	Distribución de encuestados según síntomas oculares.	83
Gráfica N°11	Distribución de encuestados con dolor de cabeza según hora en la que se manifiesta.	85
Gráfica N°12	Distribución de encuestados según tiempo de exposición a dispositivos digitales.	86
Gráfica N° 13	Distribución de encuestados según la cantidad de horas dormido.	88
Gráfica N°14	Distribución de encuestados según dispositivos utilizados.	89
Gráfica N°15	Distribución de encuestados según satisfacción y tiempo de sueño.	92
Gráfica N°16	Distribución de encuestados según satisfacción del sueño y despertares nocturnos.	93

Gráfica N°17 Distribución de datos obtenidos según tiempo de exposición a dispositivos digitales y cantidad de horas de sueño. **94**

INDICE DE CUADROS

CUADRO N°	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Cuadro N°1	Distribución de encuestados según sexo	71
Cuadro N°2	Distribución de encuestados según la satisfacción del sueño.	72
Cuadro N°3	Distribución de encuestados según puntuación de dificultad para conciliar el sueño	73
Cuadro N°4	Distribución de encuestados según puntuación de dificultad para permanecer dormido.	75
Cuadro N°5	Distribución de encuestados según puntuación de dificultad para mantener un sueño reparador.	77
Cuadro N°6	Distribución de encuestados según puntuación de dificultad para despertarse a la hora habitual.	78
Cuadro N°7	Distribución de encuestados según puntuación excesiva somnolencia	79
Cuadro N°8	Distribución de encuestados según tiempo que tardan en dormir.	81

Cuadro N°9	Distribución de encuestados según veces que se despiertan en la noche	82
Cuadro N°10	Distribución de encuestados según síntomas oculares.	84
Cuadro N°11	Distribución de encuestados con dolor de cabeza según hora en la que se manifiesta.	85
Cuadro N°12	Distribución de encuestados según tiempo de exposición a dispositivos digitales.	86
Cuadro N° 13	Distribución de encuestados según la cantidad de horas dormido.	88
Cuadro N°14	Distribución de encuestados según dispositivos utilizados.	90
Cuadro N°15	Distribución de encuestados según satisfacción y tiempo de sueño.	92
Cuadro N°16	Distribución de encuestados según satisfacción del sueño y despertares nocturnos.	93
Cuadro N°17	Distribución de datos obtenidos según tiempo de exposición a dispositivos digitales y cantidad de horas de sueño.	95