



## LA LUZ AZUL EN LA SALUD VISUAL: EFECTOS DE SU ABUSO Y SOLUCIONES



M<sup>a</sup> INMACULADA RODRÍGUEZ RINCÓN  
UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
FACULTAD DE FARMACIA



UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
FACULTAD DE FARMACIA



TRABAJO FIN DE GRADO  
GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

**LA LUZ AZUL EN LA SALUD VISUAL:  
EFECTOS DE SU ABUSO Y SOLUCIONES**

DEPARTAMENTO DE FARMACIA Y TECNOLOGÍA FARMACÉUTICA  
PURIFICACIÓN MUÑOZ FERNÁNDEZ  
ESTUDIO EXPERIMENTAL

M<sup>a</sup> INMACULADA RODRÍGUEZ RINCÓN

Sevilla, 2 de julio de 2021



### **RESUMEN:**

La luz azul forma parte de la luz blanca, es decir, el espectro visible, en una proporción del 25% siendo la de mayor energía. Dentro de esta luz, hay una parte agresiva correspondiente a la luz azul-morada o azul-violeta que contiene la radiación de mayor energía, de manera que provoca una serie de alteraciones fisiológicas como el estrés visual o fotofobia entre otros. Esta proviene mayoritariamente de los LED (diodos emisores de luz) que juegan con la retroiluminación emitiendo luz de alta energía (se encuentran en las pantallas de ordenadores, móviles o tablets).

La luz azul-turquesa proveniente del sol es beneficiosa ya que regula el ritmo circadiano, los procesos cognitivos y la constricción pupilar como protección al exceso de luz, favoreciendo así la correcta percepción de los colores y una buena agudeza visual.

La fisiología ocular está diseñada principalmente para la visión lejana, sin embargo, debido al aumento del uso de los dispositivos electrónicos, esta se ha tenido que adaptar a la visión de cerca provocando cambios muy rápidos y bruscos. Para el estudio de cómo ha afectado este cambio, que conlleva el incremento de exposición a luz azul, se han realizado dos cuestionarios para ver la influencia de esta sobre la salud visual. En el primero se obtuvieron respuestas acerca de datos generales, variables que pueden influir, el número de horas totales y seguidas frente a pantallas y el número de horas de exposición a luz solar; en el segundo cuestionario, se tomó la escala CVSS17 (Computer Vision Symptom Scale) para medir la sintomatología del SVI (Síndrome Visual Informático) asociado al uso de dispositivos electrónicos.

Finalmente, a los pacientes encuestados se les recomendó una serie de medidas higiénico-dietéticas para la mejora de la sintomatología asociada.

**Palabras claves:** Luz azul, SVI (Síndrome Visual Informático), PVD (Pantalla de Visualización de Datos)

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. La luz y el ojo.....	1
1.2. La luz azul .....	2
1.3. Mecanismos de protección fisiológicos frente a la luz azul.....	3
1.4. Principales afectaciones oculares .....	6
2. OBJETIVOS.....	11
3. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Estudio experimental.....	11
3.2. Elementos de marketing .....	12
3.3. Recursos necesarios para llevar a cabo el servicio.....	13
3.4. Estudio de la farmacia seleccionada para la realización del cribado .....	15
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	17
4.1. Caracterización de la muestra.....	17
4.2. Variables que pueden influir en la obtención de los resultados.....	18
4.3. Estudio del número de horas recibiendo luz azul y luz solar.....	19
4.4. Resultados cuestionario CVSS17.....	21
4.5. Medidas higiénico-dietéticas frente a la luz azul.....	24
5. CONCLUSIONES.....	27
6. BIBLIOGRAFÍA.....	28

## ***1. INTRODUCCIÓN***

### **1.1. LA LUZ Y EL OJO**

La luz es toda aquella radiación electromagnética que puede propagarse a través del vacío (Hattar et al., 2003). Se divide en diferentes longitudes de onda, formando el espectro electromagnético (EEM) separado en tres bandas de lo que se denomina radiación óptica: los rayos ultravioletas (UV) que abarcan longitudes de onda de 100 a 380 nm; la luz visible incluye la radiación entre 380 y 780 nm y los infrarrojos (IR) que consisten en longitudes de onda de 780 a 10.000 nm (Sánchez-Ramos, 2010). Estos a su vez se dividen en subbandas, destacando las del espectro de luz visible que se clasifican como longitud de onda corta (azul), media (verde) y larga (rojo) (Sline y Freasier, 2013).

El sistema visual solo es capaz de percibir el espectro de luz visible que, como toda radiación electromagnética, tiene energía. La cantidad de energía fotónica es una función de longitud de onda, siendo las longitudes de onda cortas las más energéticas. Por tanto, la luz azul-violeta contiene la banda de energía más alta del espectro visible (Sline y Freasier, 2013).

En el ojo tenemos un sistema de filtrado de luz llamado iris, que regula la cantidad de la luz que penetra en el ojo a través de la pupila mediante su dilatación y contracción. La luz llega a la córnea que, junto con el humor acuoso, forman una lente externa que refracta la luz produciéndose así la mayoría del enfoque ocular (Hirsch, 2019). Posteriormente pasa al cristalino permitiendo que los rayos de luz que llegan al ojo converjan en la retina a través del humor vítreo. Una vez que se proyecta en la retina, estimula a los fotorreceptores, conos y bastones, enviando entonces señales nerviosas al nervio óptico, canal que las transportará hasta el cerebro donde se interpretará como imágenes visuales mediante la corteza visual, parte del cerebro que procesa la información visual e interpreta los mensajes provenientes del ojo (Hirsch, 2019).

La córnea, el cristalino, el humor acuoso y el vítreo, transmiten o absorben la luz, dependiendo de la longitud de onda (Eyezen, 2016). La córnea y el cristalino filtran los rayos UVB que producen alteraciones como pterigión o pinguéculas ya que los absorbe la esclera y la conjuntiva; y la mayoría de UVA las absorbe el cristalino produciendo cataratas, de modo que la luz que llega con más energía es la luz azul o de onda corta. También existen los rayos UVC que generan cáncer de piel y son absorbidos en su mayoría por la capa de ozono (Arnault, Picaud, 2013).

La mayoría de los rayos UV que llegan al ojo se absorben en la córnea o el cristalino, de modo que en los ojos adultos solo aproximadamente el 1 % de los rayos UV que entran son transmitidos a la retina. El cristalino y la córnea también bloquean los rayos IR por encima de 980 nm; y el

humor vítreo absorbe los rayos IR por encima de los 1 400 nm que no son absorbidos por el cristalino. El resultado final de la luz filtrada por los medios oculares es que la retina queda expuesta casi exclusivamente a la parte visible del espectro solar (Figura 1) (Behar-Cohen et al, 2011).

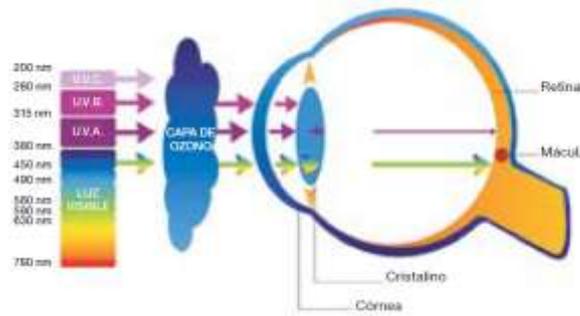


Figura 1: Absorción y transmisión de la radiación solar en el ojo (Boulton et al, 2013).

## 1.2. LA LUZ AZUL

En el espectro visible, las longitudes de onda entre 380 y 500 nm incluyen la luz violeta, azul y verde. Esta parte del espectro también es conocida como luz visible de alta energía (HEV) debido a la elevada energía fotónica asociada a estas longitudes de onda cortas (Barrau et al, 2013).

La luz azul forma el 25% del espectro visible comprendiendo las longitudes de onda de mayor energía. Se divide en luz azul-violeta y luz azul-turquesa.

- La luz azul-violeta o azul-morada es la más dañina, debido a su elevada energía puede provocar fatiga y estrés visual, incluso apoptosis de las células retinianas (las localizadas en la mácula no poseen capacidad de regeneración), aparición precoz de la DMAE (Degeneración Macular Asociada a la Edad) y fotofobia (Bielsa et al, 2021).

Es artificial proveniente de: lámparas incandescentes convencionales que emiten muy poca luz azul (alrededor del 3%), el 26% de la luz de las lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo, y cada vez más populares, se encuentra en la parte azul del espectro; y el 35% de la radiación óptica de los diodos LED que emiten luz blanca fría es azul (Barrau et al, 2013).

- La luz azul-turquesa es la proveniente del sol, principal fuente de luz azul natural. La radiación solar es de un 25% a un 30% luz azul, dependiendo del espectro solar de referencia (Bielsa et al, 2021). Produce grandes beneficios para la salud tales como la

regulación del ritmo circadiano, de los procesos cognitivos y de la memoria, ayudando a su vez a la constricción pupilar para la protección contra el exceso de luz. También proporciona una buena agudeza visual debido a que mejora la percepción de colores (Barrau et al, 2013).

El sol es la principal fuente natural de luz azul. Las fuentes artificiales han aumentado debido a la irrupción de la tecnología LED que, a diferencia de otras formas de iluminación más antiguas (incandescente, halógena, fluorescente), incorporan una gran cantidad de luz azul. Este hecho unido al excesivo tiempo que empleado y la distancia corta a la que se usan hacen que la preocupación sea aún mayor (Figura 2) (The Vision Council, 2015; Paillé, 2015).

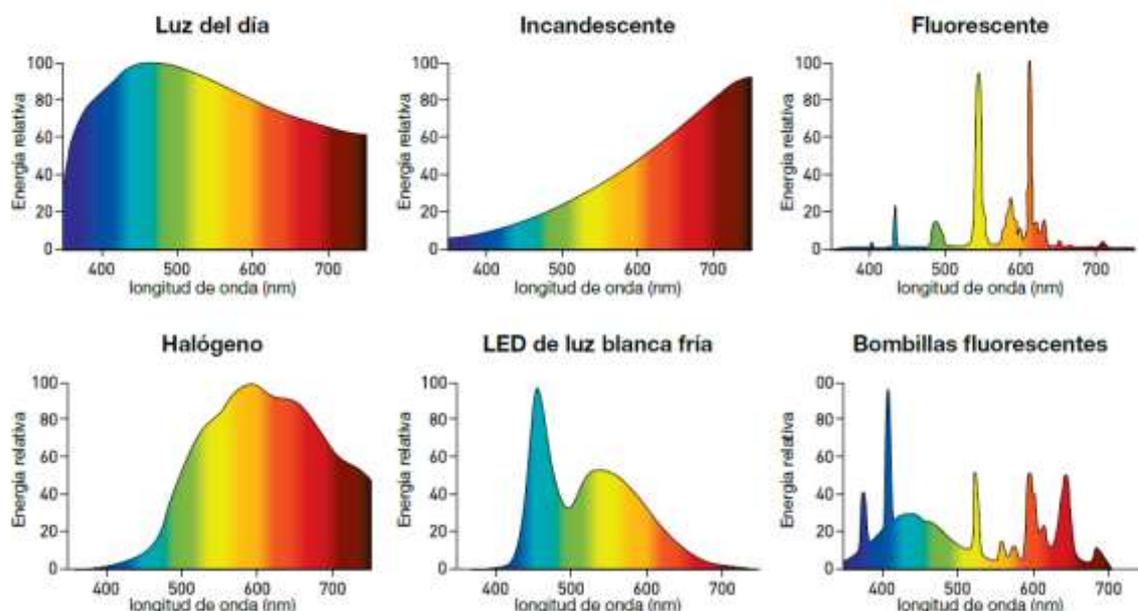


Figura 2: Distribución de las distintas fuentes de Luz Azul (Boulon et al, 2013).

### 1.3. MECANISMOS DE PROTECCIÓN FISIOLÓGICOS FRENTE A LA LUZ AZUL

#### 1.3.1. El cristalino

El cristalino, además de ser fundamental en el proceso acomodativo, tiene un papel esencial en la protección lumínica del ojo mediante los llamados cromóforos, compuestos que absorben parte de la luz azul. Estos a medida que aumentan con la edad, producen la opacidad del cristalino, es decir, cataratas (Artigas et al., 2011). Es por esto que las personas operadas de cataratas son más sensibles a las radiaciones ya que carecen de estos compuestos (Romano et al., 2011).

### 1.3.2. La retina

En la retina prácticamente solo llega la luz correspondiente con el espectro visible, siendo la radiación de mayor energía la luz azul. La sensibilidad a la fototoxicidad de los fotorreceptores presentes en el EPR (Epitelio Pigmentario Retiniano) y los fotorreceptores hacen necesario la presencia de sistemas antioxidantes (Boulton et al., 2013).

#### 1.3.2.1 EPR y Pigmento Macular (PM)

El EPR es una monocapa de células pigmentadas situada entre los segmentos externos de los fotorreceptores (SEF) y la coroides, siendo parte de la barrera hematorretiniana (BHR) a través de la cual transporta nutrientes, iones y agua evitando el paso de moléculas tóxicas y componentes del plasma hacia la retina (Figura 3) (Strauss, 2005). También interviene en el mantenimiento de la excitabilidad de los fotorreceptores y en procesos inmunológicos. (Finnemann, 2003).

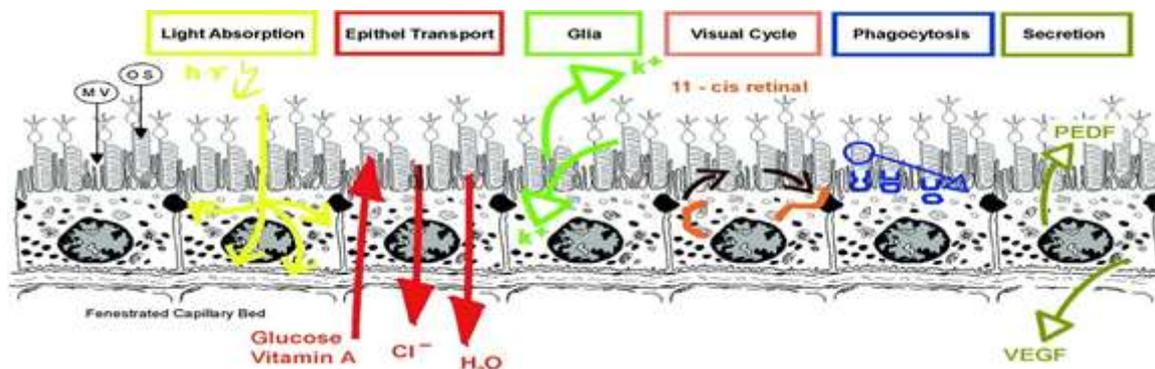


Figura 3: Funciones del EPR (Strauss, 2005).

En el ciclo visual, el EPR es donde tiene lugar la conversión del 11-cis retinal en all-trans retinal (vitamina A) que se forma cuando los fotones de luz son absorbidos por los fotorreceptores, incapaces de hacer esta conversión, acumulándose en los SEF. Una vez que se lleva a cabo este proceso enzimático, se transporta la molécula formada de vuelta a los fotorreceptores (Lledó Riquelme et al., 2010). Cuando la radiación corresponde a la luz azul, esta regeneración de los pigmentos visuales es mayor (Kaylor et al., 2017).

Con respecto al estrés oxidativo, el EPR tiene un papel significativo para contrarrestarlo ya que, por un lado, gracias a pigmentos como la lipofuscina y la melanina, absorben las longitudes de onda de alto riesgo situados en la parte interna de la retina (Trieschmann et al., 2008). Por otro lado, produce moléculas antioxidantes como la luteína y la zeaxantina que forman parte del PM,

teniendo la capacidad de absorción que protege de la luz azul. El PM disminuye con la edad y por ello se realizan medidas dietéticas para reforzar la fotoprotección (Stringham et al., 2017).

### 1.3.2.2. Alteraciones

El único tejido neuronal expuesto directamente y con frecuencia a la luz azul es la retina que, junto con la cantidad de oxígeno consumido, hace de esta un tejido ideal para la proliferación de procesos neurodegenerativos. Esto puede provocar un efecto fototóxico ya que la producción de radicales libres de oxígeno (ROS) dependerá de los diferentes parámetros de la luz como la intensidad, el tiempo de exposición y la longitud de onda (Sánchez--Ramos, 2010).

Los ROS favorecen la oxidación de los lípidos volviéndose tóxicos para las células ya que provocan la rotura de los lisosomas y del ADN celular, dando lugar a la pérdida de funcionalidad del EPR. La luz azul es la que más producción de estos genera y por ello, en determinadas ocasiones, es capaz de provocar apoptosis de células del EPR e incluso puede llegar a la rotura de la BHR (Jaadane et al., 2017).

La lipofuscina, también conocida como el pigmento de la edad, está implicada en la DMAE ya que aumenta con la edad y con el daño celular sin poder degradarse convirtiéndose así un marcador de enfermedad y/o de senilidad (Figura 4) (Boulton et al., 2013). Esta se encuentra en los lisosomas de las células del EPR proveniente de la fagocitosis de los SEF (Villegas-Pérez, 2005). Hay en concreto un fluoróforo de este pigmento llamado N-retinilidén-N-retiniletanolamin o A2E que puede provocar efectos citotóxicos incluso en ausencia de luz ya que su máximo de absorción está en aproximadamente los 440nm coincidiendo con la longitud de onda más peligrosa (Lamb y Simon, 2004).

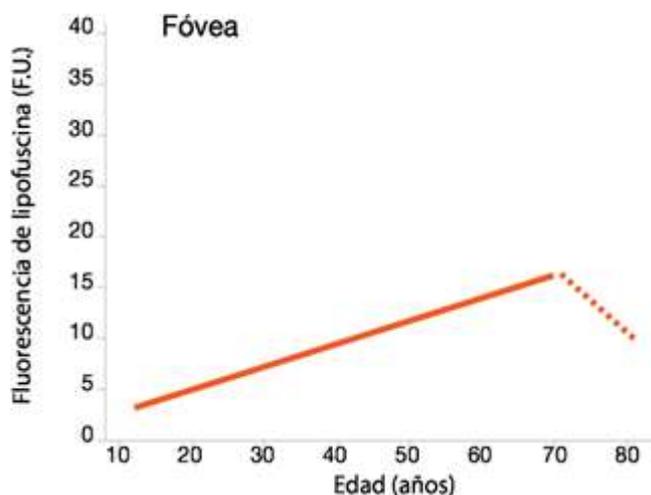


Figura 4: Variación de los niveles de lipofuscina en fóvea según la edad. (Delori et al., 2001))

### **1.3.2.3. Fotorreceptores**

Cada fotorreceptor expresa un fotopigmento diferente formado por una opsina y un pigmento carotenoide (11-cis retinal) siendo la rodopsina para los bastones, la conopsina para los conos y la melanopsina para las células ganglionares intrínsecamente fotosensibles o ipRGCs (melanopsina) (Cuenca Navarro, 2009).

Los conos y los bastones mediante el proceso de fototransducción se encargan de la formación de imágenes en los discos membranosos de los SEF donde cada fotopigmento capta el fotón de luz correspondiente, activando así la isomerización del 11-cis retinal a all-trans-retinal (Casiday y Frey, 2000).

En los conos se destaca su distribución en la retina, siendo un 65% los de onda larga (tipo L), un 33% los de onda media (tipo M) y sólo un 2% los de onda corta (tipo S). Estos últimos no están presentes en la foveola, por tanto, se genera un escotoma de visión azul central impidiendo que esa luz llegue a ser un estímulo nervioso (Chen et al., 2015).

En las ipRGCs, la melanopsina tiene su máximo de absorción en torno a los 482 nm y está relacionada con los ritmos circadianos, el reflejo pupilar y sobre todo con la detección del contraste (Dingcai y Barrionuevo, 2015).

## **1.4. PRINCIPALES AFECTACIONES OCULARES**

### **1.4.1. Sequedad ocular**

La sequedad ocular es el principal síntoma que presenta el SVI. Para mantener una visión nítida y una transparencia corneal, los ojos deben estar continuamente lubricados.

El ojo seco se define como una enfermedad multifactorial de la superficie ocular ya que depende de factores tanto ambientales como genéticos. Está caracterizada por la pérdida de la homeostasis de la película lagrimal acompañada de síntomas, donde la inestabilidad de la película lagrimal, hiperosmolaridad, la inflamación, las alteraciones neurosensoriales y el daño de la superficie ocular tienen un papel etiológico (Agora, 2020).

Además, tiene como factores de riesgo la edad, el sexo, siendo el femenino el de mayor prevalencia; y las circunstancias atmosféricas, que pueden contribuir a la evaporación lagrimal. Independientemente de si son ojos secos por producción o por evaporación, los síntomas se agudizan con la realización de actividades en visión próxima de forma continua con cualquier tipo de PVD (García, 2020).

Las principales causas pueden resultar de cualquier enfermedad asociado a la deficiencia de los componentes de la película lagrimal (acuosa, mucosa y lipídica), anomalías en el párpado o epiteliales; condiciones propias del individuo o fisiopatología; factores externos o ambientales y factores médico-farmacológicos (Agora,2020).

La exposición a pantallas es, por tanto, un factor influyente en la aparición de síntomas de sequedad ocular ya que la evaporación de la lágrima puede ser provocada por la apertura palpebral que depende del ángulo de observación de la pantalla y del área de exposición ocular (Hirota et al, 2011). También con la reducción de la frecuencia y calidad de parpadeo se provoca una disminución de la producción de lágrima (Chu et al, 2014). Existe un importante componente ambiental siendo muy frecuente que las molestias aparezcan solamente o se agraven en determinados ambientes debido a la calidad del aire (calefacción excesiva, aire acondicionado, presencia de humo) o en determinadas épocas en función de la humedad ambiental o la concentración de partículas suspendidas en el aire (Cheu RA, 2005).

Los síntomas, normalmente presentados de forma bilateral, son: sensación de cuerpo extraño, sensación de arenilla, irritación, quemazón, picor, pesadez palpebral, edema, intolerancia a las lentes de contacto y gran disconfort tras el sueño. La lectura o visualización de una pantalla de forma prolongada produce una disminución del parpadeo, y por tanto, de la lágrima que, en caso de existir afectación corneal, provoca fotofobia, visión borrosa transitoria, lagrimeo y secreción de mucosa (Agora, 2020).

#### **1.4.2. Síndrome visual informático**

El SVI se define como el conjunto de síntomas de fatiga visual que provoca el uso de pantallas digitales como dolor de cabeza, sequedad ocular o visión borrosa entre otros (AOA, 2016). Esta sintomatología se debe principalmente a que el ojo humano no está diseñado para el pequeño tamaño de las PVD y por ello se tiende a disminuir la distancia más de lo recomendado alterándose la acomodación y las vergencias (Rosenfield, 2011).

Frente a las pantallas se produce una menor frecuencia de parpadeo, retroiluminación mediante LED y condiciones posturales y ergonómicas inadecuadas, produciéndose así un conflicto entre las demandas ópticas y la respuesta emocional (Agora, 2020).

El ser humano está diseñado para el ataque o la huida, en este caso el ordenador obliga a mantener una posición estática sin optar por ninguna de estas dos respuestas, es el sistema nervioso central el que prepara el organismo para esta respuesta de huida de forma extrema. Esto

provoca que aumente la presión arterial, disminuya la frecuencia de parpadeo y la pupila se dilate provocando a largo plazo una serie de consecuencias como diabetes u ojo seco.

El efecto de la triada proximal lo corrobora ya que cuando se está frente al ordenador, la pupila se dilata y disminuye el parpadeo, sin embargo, las demandas ópticas exigen mayor profundidad de campo y que las pupilas se contraigan (miosis) yendo esto en contra, creando así un estrés. Del mismo modo, el efecto de las lentes convergentes en el sistema visual es alejar la imagen para que el ojo acomode menos y la pupila se dilate más, reduciendo el estrés del punto próximo, por ello es importante que los hipermétropes usen corrección para usar el ordenador y en el caso de los miopes es, al contrario, la lente divergente provoca mayor estrés (Agora, 2020).

Los síntomas asociados con el SVI se pueden clasificar en astenópicos como el dolor y cansancio ocular, cefaleas y náuseas; oculares incluyendo la sequedad ocular, el lagrimeo, sensación de arenilla, quemazón, ojo rojo e irritación; visuales como la visión borrosa, diplopía o fotofobia; y extra oculares como la rigidez y dolor de hombros, cuello, espalda, brazos, muñecas y manos. La aparición de estos síntomas depende tanto de los factores visuales como posturales y ambientales (Ramos, 2016).

#### **1.4.3. DMAE**

La DMAE es considerada como la primera causa de pérdida visual irreversible en personas por encima de los 50 años en los países desarrollados. Se trata de una enfermedad multifactorial que degenera de forma progresiva el EPR y las células de la retina ya que estas no tienen la capacidad de regeneración, especialmente esto ocurre en las de la zona central donde se encuentra la mácula, un tejido situado en el fondo del ojo sensible a la luz la cual proporciona la visión del detalle. Está caracterizada por presentar una disminución de la agudeza visual ya que afecta a la visión central dificultando, por tanto, la realización de actividades cotidianas. (García Lozano et al, 2012).

Esta degeneración se puede denominar como seca, si provoca visión borrosa central y aparece cuando se fragilizan los capilares sanguíneos situados bajo la mácula, o puede ser húmeda, caracterizada por la percepción de líneas onduladas o torcidas debido a la proliferación de nuevos vasos sanguíneos muy frágiles bajo la mácula (neovascularización) (Zhou y Sparrow, 2011).

Existen múltiples factores que aumentan el riesgo de padecer DMAE como la edad, la hipertensión arterial, factores genéticos o una dieta baja en antioxidantes. La exposición a luz azul

se considera un potencial factor de riesgo debido al impacto en la acumulación de lipofuscina (Wong et al, 2011).

#### **1.4.4. Alteración del error refractivo**

La miopía se produce en la mayoría de casos por factores genéticos, aunque existen estudios que sugieren que su aumento está relacionado con el sedentarismo y tareas en visión de cerca tales como leer o uso de PVD (He et al, 2015).

Pasar tiempo al aire libre con exposición a luz azul natural muestra grandes beneficios para frenar el desarrollo de la miopía ya que estimula la liberación de la dopamina en la retina paralizando el crecimiento axial del ojo durante el desarrollo. La dopamina retiniana se produce normalmente en un ciclo diurno y aumenta progresivamente a lo largo del día provocando que el ojo cambie de la visión nocturna a la diurna y por ello se sospecha que, bajo la tenue iluminación típica de interiores, este ciclo se interrumpe. Además, la exposición a esta luz regula de forma positiva el gen EGR1 o gen del crecimiento temprano considerándose un gen supresor de la miopía debido a que suprime el alargamiento de la longitud axial (Carratalá, 2021).

El incremento de la miopía no se debe a la luz azul artificial en sí, sino por el aumento del esfuerzo acomodativo continuado realizado en visión próxima y al uso de los dispositivos electrónicos que privan a las personas de pasar el tiempo necesario al aire libre expuestos a luz azul natural (Pan et al, 2012).

#### **1.4.5. Alteración de los ritmos circadianos:**

La regulación de las funciones fisiológicas tales como la temperatura corporal o la síntesis de melatonina, también conocida como la hormona del sueño, se lleva a cabo en función de ciclos secretorios regulados por ritmos que varían en presencia de luz y de oscuridad siendo esta última donde se libera constantemente la melatonina (Gooley et al, 2003).

La melatonina es la hormona encargada de regular diferentes funciones corporales como la maduración de los órganos sexuales, la modulación del sistema inmune, la regulación de la función digestiva, además de tener propiedades antiangiogénicas y antioxidantes y, sobre todo, está implicada en la regulación del sueño y la vigilia. Por tanto, una alteración en la liberación de esta puede provocar síntomas en todo el organismo (Lu y Zee, 2006).

Sobre las 10 pm, el sistema endocrino se encarga de hacer un control exhaustivo de las concentraciones de melatonina dando lugar al primer pico de liberación de esta para incitar a dormir. Se necesita otro pico alrededor de las 2 am para seguir manteniendo el control del sueño, este ritmo de descanso es ayudado también por el hipotálamo con el envío de señales para la disminución de la temperatura corporal facilitando así el estado de reposo (Saavedra et al, 2013).

La luz puede actuar sobre el cuerpo en el tracto óptico primario donde gobierna la percepción y las respuestas visuales o en el tracto retinohipotalámico donde gobierna las funciones circadianas, endocrinas, y neuroconductuales.

El tracto retinohipotalámico es más sensible a la luz de longitudes de onda de entre 460 y 480 nm (Provencio et al, 2000). Las ipRGC proyectan sus axones hacia el núcleo supraquiasmático hasta llegar a la glándula pineal donde se sintetizan y liberan la melatonina. La luz azul bloquea la liberación de esta hormona, mientras que su ausencia produce un aumento. Esto provoca una alteración de los ritmos circadianos tras dos horas de uso de PVD antes de dormir además de reducirse la producción de melatonina nocturna (Figueiro et al, 2011). No solo está implicada la luz azul, sino también el aumento de la actividad cognitiva que se produce con la utilización de éstos, produciéndose así alteraciones en los ritmos circadianos (Del Río, 2006).

#### **1.4.6. Deslumbramientos**

El deslumbramiento se define como la pérdida del contraste en la imagen retiniana causada por la dispersión de la luz, que puede estar provocada por la presencia de un objeto en el campo visual o una fuente de luz intensa entre otros. Existen distintos tipos de deslumbramientos, pero independientemente de ellos o de su origen, la luz azul es un factor acumulativo (Tariq et al, 2007).

Las luces LED proporcionan mayor luminosidad y su espectro está formado en su mayoría por longitudes de onda corta que aumentan el campo visual y la visión periférica. Sin embargo, provocan mayores molestias que otras luces, aumentando los deslumbramientos (Sivak et al, 2005).

La difusión de la luz intraocular provocada por la luz azul adquiere una gran importancia en la falta de transparencia de los medios intraoculares ya que a medida que avanzan, aumenta la sensibilidad a la luz y los deslumbramientos (Bullough et al, 2002).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO PRINCIPAL:**

- Identificar las principales afectaciones oculares debidas al daño provocado por la exposición a la luz azul dado el sobreuso de las pantallas.

### **2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS:**

- El perfil de riesgo y la prevalencia con la que se presenta en la población estudiada los problemas oculares debido a la exposición de la luz azul.
- Decidir el tratamiento y medidas higiénico-dietéticas a recomendar a los sujetos de estudio desde el ámbito de establecimientos sanitarios como Ópticas y/o Farmacias para poder trasladar las pautas a seguir por parte de los pacientes, sobretodo en sus hábitos de higiene visual.

## **3. METODOLOGÍA:**

Se intentará alcanzar los objetivos realizando un estudio descriptivo, prospectivo y con encuesta a pacientes en una farmacia de ámbito rural donde se analizará el hábito de consumo y abuso de pantallas que se ha incrementado notablemente durante el confinamiento provocando el conocido SVI que comprende molestias como la fatiga visual, sequedad ocular, picor, visión borrosa, enrojecimiento, lagrimeo o visión doble.

### **3.1. ESTUDIO EXPERIMENTAL**

#### **3.1.1. Diseño del estudio**

Se realizó un estudio experimental por parte del farmacéutico comunitario durante los días 1-11 de junio de 2021 hasta llegar a un mínimo de 57 encuestados, siendo el total de encuestados finales 84 sujetos, en la Farmacia Mufer y a mediante un enlace en Facebook para la realización de un cribado con la modificación de la encuesta CVSS17.

#### **3.1.2. Tamaño de la muestra**

El tamaño de la muestra se refiere al número de personas que realizan la encuesta necesarias para que los resultados sean significativos. Además de qué margen de error estaría

dispuesta a aceptar. Para calcularlo, primero debe establecerse el margen de error que se está dispuesto a aceptar.

En este caso, se aceptó un 10%, es decir que una vez obtenidos los resultados, si se afirma que, por ejemplo, un 50% de la población está satisfecha con el servicio, realmente el porcentaje se encuentra entre el 40% y el 60%. A partir de este concepto, definimos el nivel de confianza como la certeza de que el dato que estamos buscando está dentro del margen de error que se ha establecido.

Una vez establecido el margen de error en el 10%, y por tanto el nivel de confianza en el 90%, se determina el tamaño de la muestra mediante una fórmula estadística (Figura 5):

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

Figura 5. Fórmula estadística utilizada para determinar el tamaño de la muestra (Ochoa, 2015).

Donde:

- n = Tamaño de la muestra. (Clientes a los que vamos a realizar las encuestas).
- N = Tamaño de la población total. (Habitantes de la pedanía, 471)
- Z = Desviación del valor medio que aceptamos según el nivel de confianza establecido. Es un valor determinado establecido en tablas estadísticas. Para un nivel de confianza del 90%, Z = 1,645.
- e = Margen de error admitido. 10% (0.1).
- p = Proporción que se espera obtener. Cuando no se tiene ninguna pista sobre el resultado a obtener, como en este caso p=50%. (Ochoa Fernández, 2015).

Realizando dicho cálculo, se obtuvo como resultado 57 personas así podemos extrapolar el resultado a la población de total de la pedanía con un nivel de confianza del 90%.

La muestra coincidirá con la población accesible, ya que se ofrecerá la participación en el estudio a todos los usuarios que acudan a la farmacia durante el período de duración de dicho estudio.

### 3.2. ELEMENTOS DE MARKETING:

Las redes sociales se han convertido desde ya hace unos años en un canal ideal para compartir y dar a conocer todo lo que podemos ofrecer desde la farmacia, y de esta manera poder captar la atención, no solo de clientes de la farmacia que nos vean en las redes sociales, sino también de usuarios de otros canales o de otras farmacias que gracias a ver nuestros mensajes, consigamos llamarles la atención y fidelizarlos.

La principal red utilizada tanto por el público como por las farmacias es Facebook: la red social por excelencia, que una gran parte de la población utiliza y en la que la farmacia debe estar, no solo para ofrecer información corporativa y de contacto, sino para transmitir el contenido y la cartera de actividades de la farmacia y también para relacionarse con ese público que utiliza esta red social para comunicarse. Es importante, este canal cuando queremos informar de acciones y servicios, compartir situaciones divertidas de la farmacia, como sorteos, concursos, fotos del equipo de la farmacia, escaparates, formaciones etc.

A continuación, se presenta la imagen del cuadro informativo que se preparó para comunicar el servicio de la encuesta en este canal de Facebook de la farmacia MUFER (6).



Figura 6: Cuadro informativo presente en el Facebook de la farmacia MUFER. (Fuente: <https://www.facebook.com/Farmacia-Mufer-1693346210991697/>; fecha de consulta: junio 2021)

### 3.3. RECURSOS NECESARIOS PARA LLEVAR A CABO EL SERVICIO:

#### 3.3.1. Consentimiento y protección de datos:

El estudio se desarrollará de acuerdo con la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD) para ficheros de alto nivel de seguridad. Previo al estudio, el óptico informará adecuadamente al

paciente de forma verbal y escrita del propósito y características del estudio, indicando que su participación es libre y voluntaria, asegurándoles la absoluta confidencialidad y anonimato de los datos y recabando su consentimiento escrito (Figura 7) (SEPA, 2016).

**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo, ..... (nombre y apellidos del participante)

- He leído el documento de información que se me ha entregado.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información del mismo.
- He hablado con ..... (nombre y apellidos del farmacéutico)
- Comprendo que mi participación es voluntaria.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio:
  - Cuando quiera.
  - Sin tener que dar explicaciones.
  - Sin que esto repercuta en mis cuidados farmacéuticos.
- He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Fdo.: El participante  
NOMBRE Y APELLIDOS: .....  
FECHA: ...../...../.....

Fdo.: El investigador  
NOMBRE Y APELLIDOS: .....  
FECHA: ...../...../.....

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio:  Sí  No

Figura 7. Documento de consentimiento informado (SEPA, 2016).

### 3.3.2. Documentos de cribado

Para llevar a cabo el cribado, se realizó mediante dos cuestionarios: en el primero se obtuvieron respuestas acerca de datos generales, variables que pueden influir, el número de horas totales y seguidas frente a pantallas y el número de horas de exposición a luz solar (Tabla 1); y en el segundo cuestionario, se tomó la escala CVSS17 para medir los síntomas oculares y visuales asociados al uso de PVD.

El cuestionario CVSS17 contiene diecisiete ítems que investigan quince síntomas diferentes y han demostrado una buena fiabilidad y consistencia interna. Dos de los ítems tienen dos categorías de respuesta, once ítems tienen tres categorías de respuesta y cuatro ítems tienen cuatro categorías. El cuestionario se valora mediante una tabla de respuestas representada y finalmente se obtiene un valor entre un rango de 17 a 53 puntos. El nivel de sintomatología final se clasifica en seis niveles en función de la puntuación bruta obtenida al integrar la totalidad de las respuestas para valorar la severidad de los síntomas del SVI siendo el nivel uno el de menor severidad y el seis el de mayor (González et al, 2014).

### 3.4. ESTUDIO DE LA FARMACIA SELECCIONADA PARA LA REALIZACIÓN DEL CRIBADO: FARMACIA MUFER:

La Oficina de Farmacia donde se realizará el estudio experimental de este Trabajo de Fin de Grado es la Farmacia de Purificación Muñoz Fernández (Farmacia Mufer). A esta acuden variedad de pacientes siendo su población mayoritariamente de entorno rural.

#### 3.4.1. Ubicación:

Farmacia Mufer está ubicada en Guadalema de los Quintero, una pedanía de Utrera en la provincia de Sevilla (Andalucía, España) situada en el kilómetro 583 de la N-IV, en dirección al pantano de la Torre del Águila de El Palmar de Troya. Las poblaciones más cercanas son El Torbiscal, Pinzón y El Palmar de Troya, este último situado a apenas 2 km de distancia.

#### 3.4.2. Población: exigencias y necesidades

Guadalema de los Quintero cuenta con una población de 460 personas, dividida en 231 hombres y 229 mujeres según el Instituto de Estadística habitantes, así como los habitantes de El Palmar de Troya (los cuales también son acogidos en la farmacia a pesar de su escasa población de 2.340 habitantes según INE 2019) se dedican principalmente a la agricultura, tanto al cultivo del algodón como a la cría de ganadería bovina.

Farmacia Mufer ha estado situada desde su apertura en abril de 2015 en la calle Plaza de los Quinteros nº 12, con un horario de apertura de 9:30h a 14h y de 17h a 20h de lunes a viernes (de 10h a 14h los sábados).



*Figura 8. Fachada Farmacia Mufer en Plaza de los Quinteros*



*Figura 9. Logotipo de Farmacia Mufer.*

En abril de 2020 se trasladó a la calle Pepita Reyes s/n de Guadalema de los Quinteros, donde está actualmente, debido a motivos legales. Mantiene su horario de apertura al público, así como el teléfono de contacto (955 83 31 10) y el e-mail ([info@farmciamufer.es](mailto:info@farmciamufer.es)).



Figura 10. Fotografía del local objeto de traslado.

Según indica el documento oficial del proceso de traslado, el local es de reciente construcción y se encuentra situado en una solar propiedad del Ayuntamiento de forma aislada sin edificios colindantes, muy próximo al colegio público Ntra. Sra. de las Veredas. Dicho local tiene una superficie útil de 134,80 m<sup>2</sup> y una superficie construida total de 154,12 m<sup>2</sup>. La altura libre del local es de 3,98 m en la parte más alta y de 2,59 m en la parte más baja (Figura 11).

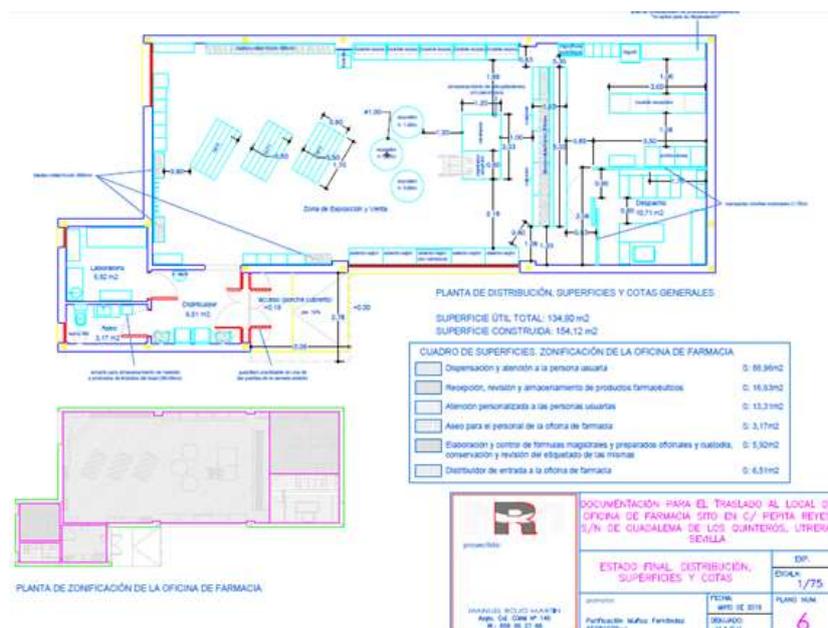


Figura 11. Plano del local de la Farmacia Mufer en calle Pepita Reyes y cuadro de superficies.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el cuestionario previo al CVSS17 dónde se encuentran características generales e interesantes a cerca de los encuestados.

Tabla 1: resultados cuestionario previo al CVSS17

PREGUNTAS	RESPUESTAS	n
1. Sexo	a Mujer	54
	b Hombre	30
	c Otro	0
2. Edad	a 0 – 15	2
	b 16 - 35	49
	c 36 - 65	28
	d >66	5
3. ¿Usa habitualmente lágrimas artificiales?	a Sí	11
	b No	74
4. ¿Le han operado alguna vez los ojos?	a Sí	6
	b No	79
5. ¿Cuál es el promedio de horas al día que usa los dispositivos electrónicos?	a 0 - 2h	5
	b 2 - 4h	23
	c 4 - 8h	38
	d >8h	19
6. ¿Cuánto tiempo está de continuo frente a una pantalla, sin hacer descansos?	a 0 - 2h	34
	b 2 - 4h	43
	c 4 - 8h	7
	d > 8 h	1
7. ¿Usa alguna protección adicional frente a la pantalla? (Filtros, gafas,...)	a Sí	13
	b No	72
8. ¿Cuántas horas pasa recibiendo luz solar al día?	a 0 - 2h	43
	b 2 - 4h	30
	c 4 - 8h	6
	d > 8 h	6

##### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA:

La muestra está constituida por un total de 84 sujetos, 30 hombres suponiendo un 35,7% y 54 mujeres que representan el 64,3%. Por tanto, el sexo femenino fue mayoritario con respecto al total de encuestados. La distribución de los encuestados se estudió según las variables sexo y edad en años (Figura 12).

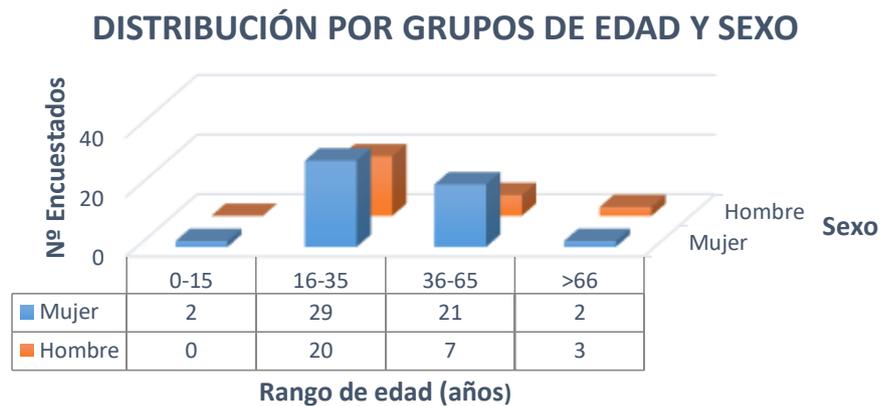


Figura 12: Gráfico de barras de los sujetos encuestados en base a las variables: edad y sexo.

En la Figura 12 se observa el total de pacientes encuestados en base a dos variables: la edad y el sexo. Los resultados obtenidos muestran que la población más representativa en los cuatro intervalos de edad se encuentra en el rango de 16 a 65 años en el caso de las mujeres, sin embargo, en el caso de los hombres el rango mayoritario se obtuvo en el intervalo de 16 a 35 años. Los perfiles minoritarios se encuentran en los rangos de 0 a 15 años con tan solo la presencia de dos mujeres y en el rango de más de 66 años con la presencia de tres hombres y dos mujeres.

#### 4.2. VARIABLES QUE PUEDEN INFLUIR EN LA OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS:

En el cuestionario empleado se añadió una serie de preguntas para tener en cuenta algunas variables que pueden alterar los resultados obtenidos como son el uso de protección para las pantallas, cirugías oculares y el uso de lágrimas artificiales (Figura 13).

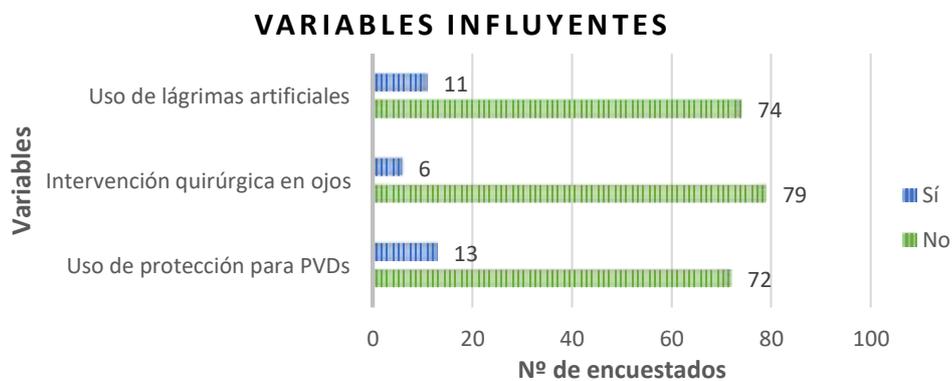


Figura 13: Gráfico de barras con variables que pueden influir en los resultados de la encuesta

El uso frecuente de lágrimas artificiales hace que los síntomas de ojo seco que puede provocar el pasar mucho tiempo frente a pantallas que emiten luz azul desaparezcan o se presenten en menor medida y por tanto los resultados obtenidos en el cuestionario no se podrían tener en cuenta. El uso de lágrimas artificiales en este caso, sólo once de los sujetos empleaban su uso ocupando el 13% de los encuestados.

Otro factor a tener en cuenta es la intervención quirúrgica ocular ya que los síntomas post-operatorios pueden causar ojo seco, enrojecimiento y fotofobia entre otros. Los resultados a cerca de la sintomatología no se podrían tener en cuenta ya que no se puede saber a ciencia cierta si se deben exclusivamente a la luz azul o a la cirugía ocular. Sólo siete de los sujetos encuestados fueron intervenidos de cirugía ocular ocupando el 8,23% del total de los encuestados.

Por último, el uso adicional de protección frente a las pantallas frena la entrada de radiación de luz azul provocando que los efectos producidos en el ojo no sean debido sólo a la exposición de esta, sino a otros problemas o que directamente no presente síntomas. Trece del total de los encuestados, es decir, un 15,3%, hacían uso de este tipo de protección.

Ya que ninguno de los resultados de las variables obtenidos superaba el 20% de las respuestas, se tomaron como variables no influyentes.

#### 4.3. ESTUDIO DEL NÚMERO DE HORAS RECIBIENDO LUZ AZUL Y LUZ SOLAR:

Por un lado, el número de horas frente a pantallas emisoras de luz azul hace que los síntomas que esta provoca aumenten y sean más graves a medida que se incrementa el tiempo de exposición. También, se debe tener en cuenta que el hecho de hacer descansos es imprescindible para evitar o disminuir los síntomas asociados (Figura 14).



*Figura 14: Comparación del número de horas al día frente al número de horas seguidas sin hacer descansos.*

Como se muestra en la figura 14, el rango de 4 a 8h totales empleadas en pantallas es el más representativo suponiendo el 44,7% de la población estudiada, seguida del rango de 2 a 4h y del de más de 8h que ocupan el 27% y el 22,3% respectivamente. El rango menos representativo es el de 0 a 2h diarias siendo tan solo del 5,9%.

Con respecto al número de horas seguidas sin hacer descansos, los valores más representativos se encuentran en el rango de hora de 0 a 4h ocupando el 91,2%. El intervalo de 4 a más de 8h es el menos representativo ya que ocupa sólo el 9,5% del total.

Comparando las horas totales empleadas al día con dispositivos electrónicos con el número de horas de continuo sin realizar ningún descanso se observa que, la mayoría de los usuarios encuestados ocupan aproximadamente un mínimo cuatro horas diarias al empleo de estos dispositivos, sin embargo, lo más importante es saber cuándo hacen descansos. Se obtuvo que mayoritariamente los encuestados están de continuo frente a pantallas dos horas superando el mínimo recomendable de veinte minutos por lo que esto puede hacer que aumente la sintomatología.

Por otro lado, la luz azul proveniente del sol es necesaria para combatir los efectos negativos de la proveniente de las PVD ya que tiene muchos beneficios para la salud tanto general como ocular como se ha mencionado anteriormente (Figura 15).



Figura 15: Gráfico de sectores con el número de horas al día de exposición de luz solar

La Figura 15 muestra que el 86% de los sujetos encuestados se exponía a la luz solar en un rango de 0 a 5h diarias, siendo la población más representativa. En menor medida se encuentra el rango de 5 a 12 h ocupando tan sólo el 14%. Estas últimas son las que se pueden ver más afectadas por la sintomatología de los efectos provocados por las pantallas ya que se puede intuir que el tiempo restante harán uso de las pantallas.

#### 4.4. RESULTADOS CUESTIONARIO CVSS17:

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el cuestionario realizado sobre el síndrome visual informático CVSS17.

Tabla 2: Resultados del cuestionario sobre la escala CVSS17

PREGUNTAS CON LAS CORRESPONDIENTES PUNTUACIONES SEGÚN LA RESPUESTA		n
1. ¿Ha notado que a veces se le emborronan las letras del ordenador mientras trabaja con él?	1 No, nada / Sí, muy poco	37
	2 Sí, un poco / Sí, moderadamente / Sí, mucho /	43
	3 Sí, muchísimo	5
2. ¿Nota sus ojos cansados durante o después del trabajo con ordenador?	1 Nunca / Casi nunca	16
	2 Poco tiempo / Parte del tiempo	36
	3 Mucho tiempo / Casi siempre / Siempre	33
3. ¿Ha notado que le duelan los ojos en el trabajo?	1 Constantemente	2
	2 Frecuentemente	26
	3 Raramente	37
	4 Nunca	20
4. ¿Ha notado los ojos pesados tras un tiempo con el ordenador?	1 Constantemente	6
	2 Frecuentemente	41
	3 Raramente	25
	4 Nunca	13
5. ¿Ha notado que cuando utiliza el ordenador tenga que parpadear mucho?	1 Nunca	17
	2 Raramente	32
	3 Frecuentemente	31
	4 Constantemente	5
6. ¿Ha notado sensación de ardor en sus ojos?	1 Constantemente	4
	2 Frecuentemente	20
	3 Raramente / Nunca	61
7. ¿Ha notado que, tras un tiempo con el ordenador, tiene que esforzarse para poder conseguir ver bien?	1 Sí, mucho / Sí, muchísimo	9
	2 Sí, un poco / Sí, moderadamente	41
	3 No, nada / Sí, muy poco	35
8. Mientras lee o escribe con su ordenador ¿tiene la sensación de que se ponga bizco?	1 Nunca	53
	2 Raramente	23
	3 Frecuentemente / Constantemente	9
9. ¿Ha notado que cuando pasa mucho tiempo con el ordenador llega un momento en que acaba viendo las letras dobles?	1 No, nada / Sí, muy poco / Sí, un poco	73
	2 Sí, moderadamente / Sí, mucho / Sí, muchísimo	12
10. ¿Con que frecuencia ha notado escozor en los ojos mientras está delante del ordenador?	1 Nunca	20
	2 Raramente	35
	3 Frecuentemente	28
	4 Constantemente	2

11. ¿Ha notado que tras un tiempo con el ordenador le molesten las luces?	1	Nunca	25
	2	Casi nunca / Unas pocas veces	40
	3	Varias veces / Muchas veces /Muchísimas veces	20
12. Indique hasta qué punto ha experimentado los ojos llorosos durante las cuatro últimas semanas	1	Nada / Muy poco	50
	2	Un poco / Moderadamente / Mucho /	35
		Muchísimo	
13. Indique hasta qué punto ha experimentado los ojos rojos durante las cuatro últimas semanas	1	Nada / Muy poco	41
	2	Un poco / Moderadamente	25
	3	Mucho / Muchísimo	9
14. Al final de la jornada de trabajo noto que me pesan los ojos	1	Bastante falsa / Totalmente falsa	25
	2	Bastante cierta	46
	3	Totalmente cierta	14
15. Tras un tiempo con el ordenador, noto que tengo que esforzarme para ver bien	1	Totalmente falsa	25
	2	Bastante falsa	16
	3	Bastante cierta / Totalmente cierta	44
16. Durante el trabajo, tengo que cerrar los ojos para aliviar la sequedad que noto en los ojos.	1	Totalmente falsa	29
	2	Bastante falsa	9
	3	Bastante cierta / Totalmente cierta	47
17. Tras un tiempo con el ordenador, me molestan las luces	1	Bastante falsa / Totalmente falsa	45
	2	Bastante cierta	29
	3	Totalmente cierta	11

La puntuación obtenida se divide en diferentes rangos que, dependiendo de la puntuación obtenida, se referirá al nivel de severidad en el que se encuentra del SVI. Esta se divide en los siguientes seis niveles:

- Nivel 1: puntuación de 17 a 23 (no presenta sintomatología).
- Nivel 2: puntuación de 24 a 29 (leve sintomatología).
- Nivel 3: puntuación de 30 a 35 (moderada sintomatología).
- Nivel 4: puntuación de 36 a 41 (medio-alta sintomatología).
- Nivel 5: puntuación de 42 a 47 (alta sintomatología).
- Nivel 6: puntuación de 48 a 53 (muy alta sintomatología).

La puntuación obtenida en el cuestionario CVSS17 se estudió en función de la variable sexo (Figura 16) ya que según varios estudios las mujeres tienen mayor prevalencia a padecer sintomatología.

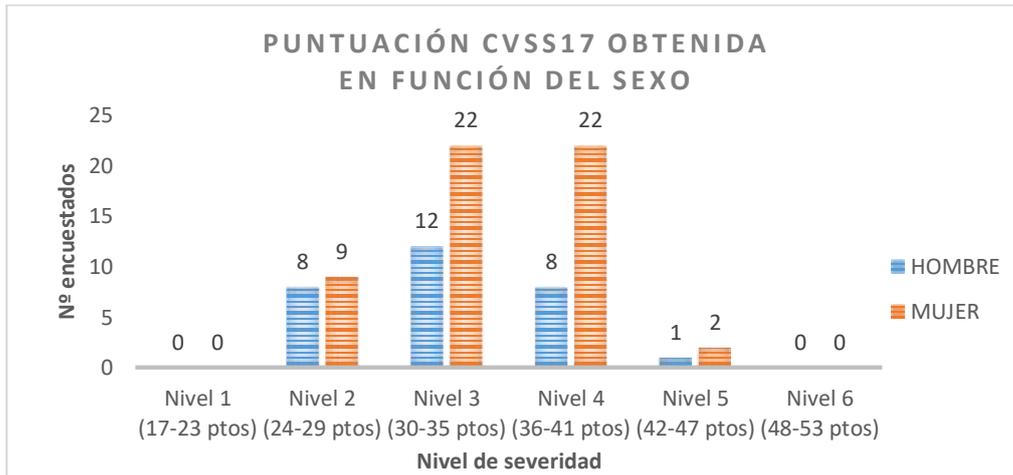


Figura 16: Gráfico de barras que representa el nivel de severidad del SVI en función del sexo

En el gráfico representado en la Figura 16 se observa que, en el caso de las mujeres, los niveles tres y cuatro son los más representativos ocupando el 81,5% del total del sexo femenino, en menor medida se encuentra el nivel dos con un 16,6% y el nivel cinco con menos del 5%. En el caso de los hombres los niveles dos, tres y cuatro son los más representativos ya que ocupan casi el 100% del total del sexo masculino quedando el nivel cinco con menos del 5%. En los niveles uno y seis, que ocupan los extremos, no se encontró ningún sujeto.

Los resultados obtenidos en el cuestionario CVSS17 también se compararon según el número de horas que los encuestados pasaban frente a luz solar (Figura 17) y frente a dispositivos electrónicos (Figura 18).

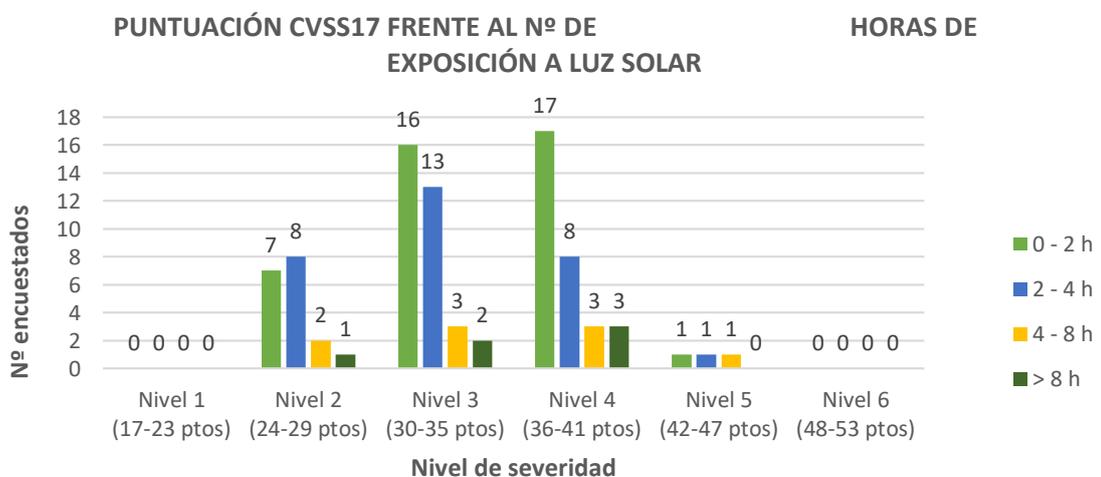


Figura 17: Gráfica de barras de nivel de severidad según el número de horas al día expuesto a luz solar

Como se puede ver en la Figura 17, la mayoría de encuestados se encuentran en los niveles tres y cuatro de los cuales mayoritariamente están de cero a cuatro horas al día expuestos a luz solar ocupando el 64,3% de la población.

Los sujetos que pasan entre cuatro y más de ocho horas diarias expuestos al sol, se encuentran divididos de una forma similar entre los niveles dos, tres, cuatro y cinco.

Cuanta mayor horas de exposición a luz solar, se cabría esperar que la puntuación fuese más baja sin embargo no fue así, por tanto, se deduce que la mayoría de la población a pesar de pasar muchas horas de exposición a luz solar, el tiempo restante puede estar usando PVD o usarlos al mismo tiempo mientras recibe esta luz.

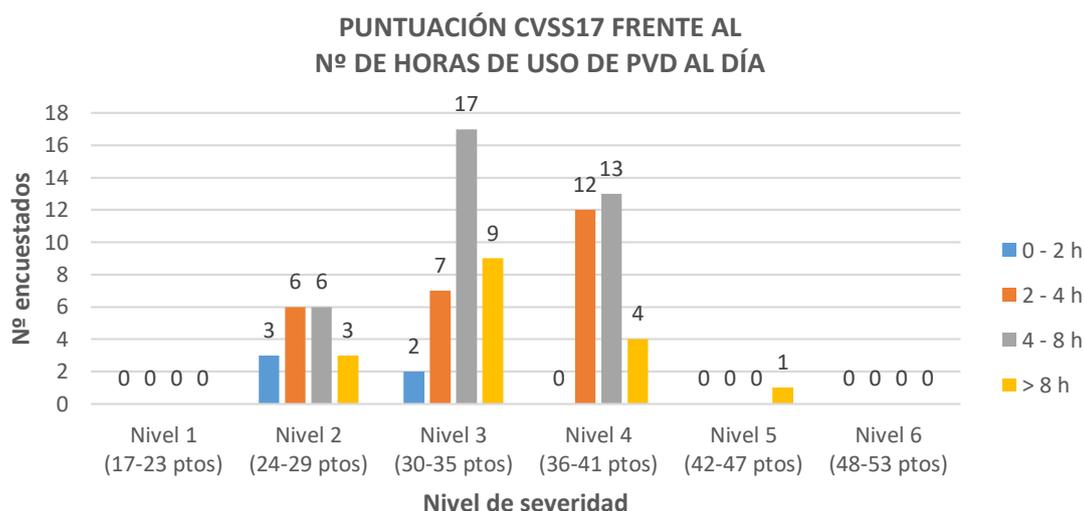


Figura 18: nivel de severidad según el número de horas al día haciendo uso de PVD..

En la gráfica representada en la Figura 18, se puede observar que los niveles tres y cuatro son los más frecuentes con una media de cuatro horas al día. También se comprueba que los sujetos con menor número de horas frente a dispositivos electrónicos, se encuentran en los niveles más bajos. En el nivel cinco sólo se encuentra un encuestado del total con una media de más de ocho horas al día.

#### 4.5. MEDIDAS HIGIÉNICO-DIETÉTICAS FRENTE A LA LUZ AZUL:

##### 4.5.1. Filtros para la luz azul: internos y externos

Para una buena protección ocular frente a la gran exposición de luz azul, se han diseñado filtros específicos que reducen el exceso bajando su intensidad hasta un 80%. Estos filtros, dependiendo de su fabricación, pueden ser internos o externos (AE, 2021):

- Los internos se encuentran en los dispositivos electrónicos, centrándose en la modificación de la temperatura de color hacia un color amarillento haciendo que la onda de longitud azul disminuya. Se puede modificar de modo manual, aunque hay dispositivos que contienen ese filtro en el propio software (AE, 2021).
- Los externos se adhieren en las pantallas electrónicas o más comúnmente en las lentes oftálmicas. Dentro de ellos existen cuatro tipos según su fabricación (AE, 2021):
  - El primer tipo se fabrica dentro de la masa de la lente haciendo que los reflejos azules característicos de estos filtros no se vean. Esto proporciona una mayor transparencia y disminuye aproximadamente un 20% de la luz azul (AE, 2021).
  - El segundo tipo es el más utilizado y se fabrica mediante la colocación de una capa en la cara anterior de la lente. Los reflejos azules son más notorios dependiendo de la calidad de la lente. Además, la tonalidad de la lente suele ser amarillenta y son capaces de filtrar un 20% de la luz azul (AE, 2021).
  - El tercer tipo se trata de una combinación de ambos filtros, uno en la masa y otro en la superficie, estas lentes filtran aproximadamente el 30% de la luz azul y, suele ser recomendado para aquellas personas que pasen mucho tiempo frente a pantallas digitales (AE, 2021).
  - El cuarto tipo consiste en la tinción de la lente con colores anaranjados o rojos proporcionando una capacidad de filtración de un 80% de la luz azul. Este tipo de gafas recomienda usarlas sólo al final del día para ayudar a relajar la vista después de muchas horas delante de las pantallas y prepararse para ir a dormir (AE, 2021).

#### **4.5.2. Alimentación**

Los antioxidantes actúan como preventivo frente a la DMAE: vitamina C, vitamina E, betacarotenos, zinc, luteína, zeaxantina y ácidos grasos omega-3 (EPA Y DHA) (Agora, 2020).

La luteína se encuentra en el kiwi, las uvas rojas, el calabacín y la calabaza. Las naranjas, el melón dulce, el mango y la papaya son ricos en zeaxantina. El maíz y las verduras de hoja verde como el brécol las espinacas o los guisantes verdes contienen ambas (Agora, 2020).

### 4.5.3. Síndrome Visual Informático

Para un uso saludable de las pantallas se recomiendan las siguientes medidas:

- Mirar el móvil o Tablet muy cerca obliga a un esfuerzo excesivo de convergencia y de acomodación provocando tensiones visuales innecesarias, por tanto, es necesario mantener una distancia mínima de 35 cm. En cuanto a las pantallas de ordenador, la distancia visual óptima estaría en torno a los 40-50 cm para los portátiles y entre 60-70 para los ordenadores de sobremesa (Agora, 2020).
- En condiciones habituales la frecuencia de parpadeo es de quince veces por minuto, frente a las pantallas baja a cinco veces produciéndose sequedad ocular y por tanto, pérdida de la calidad visual, incomodidad e irritaciones. Parpadear de forma completa y en mayor cantidad es imprescindible para mantener la hidratación ocular (Agora, 2020).
- La pantalla del ordenador debe estar ligeramente inclinada unos 20° y por debajo de la altura de los ojos ya que:
  - La musculatura ocular está diseñada para la convergencia cuando se mira de cerca bajando la cabeza.
  - Al bajar la vista, la parte superior de los ojos queda cubierta por los párpados haciendo que la lágrima se evapore menos.
  - En el caso de los usuarios de lentes progresivas, no tienen que levantar tanto la cabeza para mirar la pantalla (Agora, 2020).
- Hay que mantener el estímulo de la visión periférica ya que nos permite orientarnos evitando mirar pantallas a oscuras, intentar siempre usar la luz ambiente. Lo ideal es que la visión sea un tercio periférica y el resto central (González-Pérez, 2014).
- Todas las pantallas, excepto las de tinta electrónica, son retro iluminadas lo que implica cierto esfuerzo adicional de adaptación visual. Si además se producen reflejos sobre su superficie, la visión tendrá menor comodidad y será de peor calidad por ello se recomienda el uso de libros electrónicos (González-Pérez, 2014).
- Norma 20/20/20: cada veinte minutos de actividad visual a distancias cortas, especialmente frente a pantallas, se ha de descansar veinte segundos mirando a una distancia mínima de veinte pies, es decir seis metros. Para ello existen aplicaciones que te avisan cada veinte minutos para descansar y también contienen ejercicios de relajación visual (Agora, 2020).

#### **4.5.4. Prevención: rivo flavina y actinoquinol**

Actualmente, existen distintas moléculas para la protección y prevención del daño ocular provocado por la exposición prolongada a pantallas digitales. Una de ellas es el actinoquinol, también llamado ácido B-ethoxyquinolin-5-sulfónico, que bloquea y protege únicamente sobre la radiación UVB. Se suele utilizar en soluciones oftálmicas junto con ácido hialurónico, sin embargo, no se debe sustituir al uso de gafas de sol (Agora, 2020).

También se ha estudiado recientemente, la rivo flavina, una vitamina hidrosoluble del grupo B, más concretamente del B2 en complementos nutricionales. Es un potente antioxidante que protege el cristalino y a la retina de la oxidación celular frenando así la aparición prematura de cataratas. Además, absorbe la radiación UV y la luz azul. Las ventajas que esta molécula presenta son:

1. Tiene efectos antioxidantes: de manera que la rivo flavina protege el cristalino y la retina de la oxidación celular, frenando la progresión de determinadas patologías que afectan a estas estructuras. Se produce mediante la reducción de los radicales libres de oxígeno que disminuye la oxidación y por tanto, el daño ocular ocasionado.
2. Absorción de la luz azul y la luz UV: Absorción de un amplio espectro de radiación (200 – 700 nm), proporcionando protección frente a estas longitudes de onda, incluso a concentraciones bajas. Al ser un colirio, va a proporcionar protección durante el tiempo en que este se encuentre sobre la superficie ocular (Agora, 2020).

#### **5. CONCLUSIONES:**

1. En los últimos años se ha producido un aumento del uso de pantallas emisoras de luz azul, disminuyendo así el tiempo de exposición a luz solar. Esto acarrea que la sintomatología de SVI aumente llegando a tener niveles extremos.
2. El uso frecuente de lágrimas artificiales previene de la sintomatología provocada por este tipo de radiación luminosa. Su uso ayuda a la hidratación ocular tras varias horas de exposición evitando así la sequedad ocular.

3. El uso de protección frente a PVD previene y disminuye los síntomas provocados por la exposición a la luz azul, evitando la entrada de esta hacia la retina, mejorando así la salud visual.
4. Tras una cirugía ocular es cierto que el post-operatorio incluye la sequedad ocular y fatiga visual en la mayoría de los casos aumentando así la sintomatología provocada por la exposición a esta luz de alta energía.
5. El número de horas totales al día de exposición a pantallas emisoras de luz azul es uno de los factores más influyentes frente al SVI, sin embargo, donde hay que tener especial cuidado es en el tiempo empleado sin realizar descansos.
6. La mayoría de población estudiada empleaban un mínimo de cuatro horas diarias y superaban el mínimo recomendable de descanso (cada veinte minutos) por lo que esto puede hacer que los síntomas aumenten llegando a un nivel de severidad del SVI muy grave.
7. Las horas de exposición a luz azul solar combate los efectos negativos de la procedente de las pantallas. La mayoría de la población estudiada tenían un tiempo de exposición menor a tres horas diarias con una puntuación medio alta, concluyendo así que el resto del tiempo estén frente a pantallas.
8. Entre los posibles factores de riesgo de padecer SVI identificados, se encuentra el sexo femenino, ya que obtuvieron una puntuación mayor en comparación con el sexo masculino.
9. Por último, la importancia de una buena educación con respecto a las medidas higiénico-dietéticas recomendadas es la clave para mantener una buena salud ocular.

## **6. BIBLIOGRAFÍA:**

- AE, Asociación española de optometristas unidos, 2021. Lentes con filtros contra la luz azul: ¿Realmente Funcionan? | Optometristas.org. [online] Optometristas.org. Available at: <<https://optometristas.org/noticias/lentes-con-filtros-contra-la-luz-azul-realmente-funcionan>> [Accessed 30 May 2021].
- Agora Sanitaria. Pantallas y salud visual: efectos y soluciones [Internet]. 2020 [cited 14 March 2021]. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=d0KoEFJ4MxA>
- Aoa.org. About the American Optometric Association (AOA). 2016 Disponible en: <http://www.aoa.org/?sso=y>

- Arnault, E., y Picaud, S. (2013). New discoveries, and therapies in retinal phototoxicity. *Points de Vue, International Review of Ophthalmic Optics*. <https://www.pointsdevue.com/article/new-discoveries-and-therapies-retinal-phototoxicity>
- Artigas Verde JM, Felipe Marcet A, Navea A, Fandino A, Artigas C, Diez--ajenjo A. Age--induced change in the color of the human crystalline lens. *Acta Ophthalmol*. 2011;89(248).
- Behar-Cohen F, Martinsons C, Viénot F, et al. Light-emitting diodes (LED) for domestic lighting: any risks for the eye? *Prog Retin Eye Res*. 2011;30(4):239-57.
- Boulton, M. E., Brainard, G. C., Jones, W., Karpecki, P., Melton, R., y Thomas, R. (2013). *Blue Light Hazard: New Knowledge, New Approaches to Maintaining Ocular Health*. <https://www.pointsdevue.com/sites/default/files/UV-BlueLight-E-bookedition--web.pdf>
- Barrau C, Villette T, Cohen-Tannoudji D. Blue light: Scientific discovery. Essilor. Febrero de 2013; 1-49.
- Bielsa L, Pons R, Montero J. Pantallas y salud visual: efectos y soluciones. Lecture presented at; 2021; Barcelona, Online.
- Bullough JD, Zengwei Fu, John Van Derlofske Discomfort and Disability Glare from Halogen and HID Headlamp Systems.. Transportation Lighting Group. Lighting Research Center, Rensselaer Polytech Institute. SAE Technical Papers. 2002-01-0010.
- Casiday R, Frey R. "I Have Seen the Light!" Vision and Light--Induced Molecular Changes Spectroscopy and Quantum Chemistry Experiment. Department of Chemistry, Washington University, St. Louis, Missouri :2000. [Consultado en abril 2018]. Disponible en: <http://www.chemistry.wustl.edu/~edudev/LabTutorials/Vision/Vision.html>
- Carratalá Ferre, Sonia .marzo 2021 *gazeta 567 Luz azul y crecimiento ocular: evidencia y estado actual de la investigación en animales de experimentación y en humanos*. Gaceta de optometría y óptica oftálmica, ISSN 2173-9366, N<sup>o</sup>. 567, 2021
- Chen Y, Lan W, Schaeffel F. Size of the foveal blue scotoma related to the shape of the foveal pit but not to macular pigment. *Vision Res*. 2015;106(1):81–9.
- Cheu RA. Good visión at work. *Occupational Health and Safety*, 1998; 67:20-4.
- Chu C, Rosenfield M, Portello JK. Blink patterns: Reading from a computer screen versus hard copy. *Optom Vis Sci*, 2014; 9:297-302.
- Cuenca Navarro N. Los fotorreceptores, esas fascinantes células. Departamento de Fisiología, Genética y Microbiología, Universidad de Alicante:2009. [Consultado en abril 2018]. Disponible en: <http://www.sebbm.es/web/es/divulgacion/rincon--profesor--ciencias/articulos--divulgacion--cientifica/157--los--fotorreceptores--esas--fascinantes--celulas>
- Delori FC, Goger DG, Dorey CK. Age-related accumulation and spatial distribution of lipofuscin in RPE of normal subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2001;42(8):1855–66.

- Dingcai C, Barrionuevo PA. The importance of intrinsically photosensitive retinal ganglion cells and implications for lighting design. *J Solid State Light*. 2015;2:10
- Del Río Portilla IY. Estrés y sueño. *Rev Mex Neuroci* 2006; 7(1): 15-20.
- Essilor\_luz\_azul [Internet]. Essilor.es. 2021 [cited 9 May 2021]. Available from: <https://www.essilor.es/blog/contenidos-de-interes/luz-azulEssilor.es>. - Essilor\_luz\_azul [Internet]. Essilor.es. 2021 [cited 9 May 2021]. Available from: <https://www.essilor.es/blog/contenidos-de-interes/luz-azulEssilor.es>.
- Eyezen. (2016). Luz azul. <https://eyezen.es/luz-azul/>
- Figueiro M, Plitnick B, Wood B, Rea M. The impact of light from computers monitor son melatonin levels in college students. *Neuro Endocrinology Letters*, 2011; 32:58-63.
- Finnemann SC. Focal adhesion kinase signaling promotes phagocytosis of integrin--bound photoreceptors. *EMBO J*. 2003;22:4143–54
- García Molina V. La luz azul: de las evidencias científicas a la atención del paciente [Internet]. 2021 [cited 6 April 2021]. Available from: [https://www.pointsdevue.com/sites/default/files/luz\\_azul\\_de\\_las\\_evidencias\\_cientificas\\_0.pdf](https://www.pointsdevue.com/sites/default/files/luz_azul_de_las_evidencias_cientificas_0.pdf)- Rosenfield, M. Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments. *Ophtalmic and Physiological Optics*, 2011,31 (5), pp 502-515.
- García Lozano I, López García S, Elosua de Juan I. Actualización en el manejo de la degeneración macular asociada a la edad. *Revista Española de Geriatria Y Gerontología*. 2012; 47(5), 214–219.
- González-Pérez M. Susi R. Antona B. Barrio A. González E. The computer-vision symptom scale (CVSS17). Development and initial validation. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014; 55: 4504-11. doi:10.1167/iovs.13-13818
- Gooley JJ, Lu J, Fischer D, Saper CB. A broad role for melanopsin in non visual photoreception. *J Neurosci* 2003
- Hattar S, Lucas RJ, Mrosovsky N. Melanopsin and rod--cone photoreceptive systems account for all major accessory visual functions in mice. *Nature*. 2003;424:76–81.
- He M, Xiang F, Zeng Y, Mai J, Chen Q, Zhang J y cols. Effect of Time Spent Outdoors at School on the Development of Myopia Among Children in China: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 2015; 314(11):1142-8.
- Hirota M, Uozato H, Kawamorita T, Shibata Y, Yamamoto S. Effect of incomplete blinking on tear film stability. *Optom Vis Sci* 2013; 90(7):650-7.
- Hirsch L. Los ojos (para Padres) - Nemours KidsHealth [Internet]. Kidshealth.org. 2019 [cited 19 May 2021]. Available from: <https://kidshealth.org/es/parents/eyes-esp.html>

- Jaadane I, Villalpando Rodriguez GE, Boulenguez P, Chahory S, Carré S, Savoldelli M, et al. Effects of white light--emitting diode (LED) exposure on retinal pigment epithelium in vivo. *J Cell Mol Med.* 2017;21(12):3453–66.
- Kaylor JJ, Xu T, Ingram NT, Tsan A, Hakobyan H, Fain G, et al. Blue light regenerates functional visual pigments in mammals through a retinyl--phospholipid intermediate. *Nat Commun.* 2017;8(1):16.
- Lledó Riquelme M, Campos Mollo E, Cuenca N. La transducción visual. *Ann d’Oftalmologia.* 2010;18(3):130–6.
- Lamb LE, Simon JD. A2E: a component of ocular lipofuscin. *Photochem Photobiol.* 2004;79(2):127–36.
- Lu, B. S., & Zee, P. C. (2006). Circadian rhythm sleep disorders. *Chest*, 130(6), 1915–1923. <https://doi.org/10.1378/chest.130.6.1915>
- Ochoa Fernández CJ. ¿Qué tamaño de muestra necesito? Blog de la actualidad sobre la investigación por internet, Nestquet. 2.015 [en línea]. [Consultado en Julio 2018]. Disponible en: <https://www.netquest.com/blog/es/que-tamano-de-muestra-necesito>
- Paillé D. Impact of new digital technologies on posture. *Science.* 2015;72.
- Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2012; 32, 3-16.
- Provencio I, Rodríguez IR, Jiang G, Hayes WP, Moreira EF, Rollag MD. A novel human opsin in the inner retina. *J Neurosci.* 2000; 20(2):600-5.
- Romano G, Mercatelli L, Fusi F, Guasti A, Favuzza E, Monici M, et al. Colorimetric comparison of light--filtering intraocular lenses and human crystalline lenses at various ages. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(4):758–62.
- Ramos Enríquez, M. TFG Exposición a pantallas en la actualidad p 19.
- Sociedad Española de Periodoncia y Osteointegración (SEPA). Test de salud gingival. 2016 [en línea] [Consultado en Marzo 2021]. Disponible en: [https://www.clinicasoto.es/wp-content/uploads/2016/05/test\\_salud\\_gingival.pdf](https://www.clinicasoto.es/wp-content/uploads/2016/05/test_salud_gingival.pdf)
- Strauss O. The Retinal Pigment Epithelium in Visual Function. *Physiol Rev.* 2005;85(3):845–81.
- Sliney DH, Freasier BC. Evaluation of optical radiation hazards. *Applied Optics.* 1973;12(1):1-24.
- Stringham JM, Stringham NT, O’Brien KJ. Macular Carotenoid Supplementation Improves Visual Performance, Sleep Quality, and Adverse Physical Symptoms in Those with High Screen Time Exposure. *Foods* 2017;6(7):47.

- Sánchez--Ramos C. Filtros ópticos contra el efecto fototóxico del espectro visible en la retina: experimentación animal. Universidad Europea de Madrid:2010. [Consultado en febrero 2018]. Disponible en: <http://www.celiasanchezramos.com/archivos/investigacion/segunda--tesis-- CeliaSanchezRamosRoda.pdf>
- Saavedra J, Zúñiga L, Amézquita A, Vázquez J. Ritmo circadiano: el reloj maestro. Alteraciones que comprometen el estado de sueño y vigilia en el área de la salud. Morfolia, 2013. p:16-30.
- Sivak M.,Schoettle B., Minoda T., Flannagan M.J.Blue Content of LED HeadLamps and Discomfort Glare. Febrero de 2005. UMTRI-2005-2.
- The Vision Council. Digital Eye Strain Report. Alexandria: The Vision Council; 2015.
- Trieschmann M, van Kuijk FJ, Alexande R, Hermans P, Luthert P, Bird AC, et al. Macular pigment in the human retina: histological evaluation of localization and distribution. Eye. 2008;22:132–7.
- Tariq M. Aslam, David Haider, Ian Murray.Principles of disability glare measurement: an ophthalmological perspective. Acta Ophthalmologica Scandinavica 2007: 85:354-360.
- Villegas--Pérez MP. Light exposure, lipofuscin and age--related macular degeneration. Arch Soc Esp Oftalmol 2005;80(10).
- Wong IYH, Koo SCY, Chan CWN. Prevention of age-related macular degeneration. Int Ophthalmol. 2011;31:73-82.
- Zhou, J., Sparrow, J. R. (2011) Light filtering in a retinal pigment epithelial cell culture model. Optometry and Vision Science, 88(6), 759-765. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/10.1097/OPX.0b013e3182158cdd>

