



Efectos del uso laboral de pantallas de visualización de datos en la salud visual

Yenny Paola Valbuena Muñoz

Marisol Ramírez Rubio

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede / Centro Tutorial Bogotá D.C. - Sede Principal

Programa Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el
Trabajo

Junio de 2020

**Determinación de pautas que disminuyan los efectos nocivos de la salud debido al
sobreuso de pantallas que emiten luz azul en el ambiente laboral**

Yenny Paola Valbuena Muñoz

Marisol Ramírez Rubio

Monografía presentada como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia en
Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Jeysson Fabián Sánchez Suárez

Título académico

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede / Centro Tutorial Bogotá D.C. - Sede Principal

Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Junio de 2020

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, a mis hermanos(as), a mis hijos (as), quienes han estado con nosotras en cada instante de nuestra vida, recibiendo su apoyo incondicional y amor.

Agradecimientos

Los agradecimientos van dirigidos a nuestro asesor de monografía, quien nos brindó los mejores consejos y orientaciones, a la Corporación Universitaria Minuto de Dios por permitirnos ser parte del mismo y a mi familia por su apoyo y constancia.

CONTENIDO

Resumen ejecutivo

Introducción

1. Problema	9
1.1 Descripción del problema	9
1.2 Pregunta de investigación	11
2. Objetivos	11
2.1 Objetivo general	11
2.2 Objetivos específicos	11
3. Justificación	11
4. Marco de referencia	14
4.1. Marco teórico	14
4.2 Marco legal	22
5. Metodología	22
5.1 Enfoque y alcance de la investigación	22
5.2 Descripción de la estrategia de búsqueda	23
5.3 Instrumentos	26
5.4 Procedimientos	26
5.5 Análisis de información.	29
5.6 Consideraciones éticas	30
6. Cronograma	31
7. Resultados y discusión	33
7.1. Efectos nocivos al uso de la de visualización de datos en el ambiente laboral	33
7.2. Factores de riesgos asociados a los efectos nocivos de la luz azul de las pantallas de visualización de datos	40
8. Conclusiones	45

9. Recomendaciones	47
10. Referencias bibliográficas	48

Lista de Imágenes

Figura 1. Espectro electromagnético visible..	15
Figura 2 Función de la acción del peligro de la luz azul vs longitud de onda nm del espectro electromagnético visible.	16
Figura 3. Superficie del ojo humano y sus partes.....	17
Figura 4. Segmento interno del ojo humano y sus partes.....	18
Figura 5. Clasificación de las capas en que se compone el tejido de la retina.	19
Figura 6. Vista transversal del sistema retiniano y sus células sensibles a la luz azul.	20
Figura 7. Diagrama del proceso de la revisión sistemática de literatura.	27
Figura 8. Diagrama de las fases de realización de la investigación.	28
Figura 9. Diagrama de flujo del análisis de información.	30
Figura 10. Efectos nocivos por exposición a pantallas de visualización de datos.	33
Figura 11. Mecanismo de la fototoxicidad en la retina externa.	35
Figura 12. Descripción general de la organización funcional del sistema circadiano en mamíferos. .	37
Figura 13. Factores de riesgo asociados a los efectos nocivos en la salud en el ambiente laboral.	41

Lista de Tablas

Tabla 1 Ecuaciones de búsqueda bibliográfica.....	24
Tabla 2 Cronograma de actividades relacionadas con el proyecto de investigación.....	32
Tabla 3 Clasificación de los síntomas asociados al síndrome visual informático.	40
Tabla 4. Rendimiento óptico del uso de lentes de gafas con filtro	43

Resumen ejecutivo

Los efectos nocivos a la salud que conlleva la exposición a la longitud de onda del espectro visible 400nm-500nm denominada luz azul a través de pantallas ha sido investigada por distintos investigadores expertos en el tema, quienes concluyen la vulnerabilidad de los trabajadores a diversas patologías, trastornos y enfermedades que puede afectar su salud debido al sobre uso de pantallas de distintos aparatos electrónicos en el contexto laboral

En consecuencia, la presente investigación busca exponer y describir de manera exhaustiva y precisa los efectos tanto positivos como negativos por el sobre uso de este tipo de tecnología con el fin de determinar una serie acciones, un protocolo o acciones que disminuyan los efectos negativos en la salud de los trabajadores.

La metodología utilizada para llevar a cabo esta revisión bibliográfica se basó en la búsqueda de documentos académicos y especializados sobre el tema de la monografía mediante estrategias de búsqueda en la bases de datos de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Introducción

El uso de terminales con pantallas tales como los teléfonos inteligentes, tabletas electrónicas, computadores de escritorio y portátiles, hacen parte fundamental de la dinámica de la sociedad actual en donde la generación, almacenamiento, tratamiento, gestión, conservación y visualización de la información es primordial para el cumplimiento de múltiples tareas, de las cuales se destaca el ejecución de las funciones laborales y las actividades de entretenimiento como la gestión de las redes sociales y videojuegos.

Dichas pantallas de visualización de datos emiten luz visible en distintas longitudes de onda, entre las cuales se encuentra la luz azul, objeto de diferentes investigaciones en donde se evidencia lo perjudicial y dañino que significa el uso habitual y frecuente de tales terminales.

Por tal razón el presente documento realiza una revisión bibliográfica exhaustiva sobre los efectos nocivos en la salud, por el uso laboral de pantallas de visualización de datos. Así mismo, se explora los factores de riesgo en el ambiente laboral que aumenta la vulnerabilidad a diferentes problemas de salud y declina el confort del trabajador causado por el empleo de PVD.

1. Problema

1.1 Descripción del problema

Los efectos nocivos que produce la emisión de luz azul de las pantallas de dispositivos como computadores, teléfonos inteligentes, tabletas electrónicas, televisores son objeto de estudios relacionados con efectos negativos en la salud en general. No obstante, existen pocos estudios relacionados con la salud ocupacional y el efecto de la luz azul de pantallas de visualización de datos (Modenese & Gobba, 2019).

Estos dispositivos electrónicos utilizan pantallas de cristal líquido compuesta con módulos de retroiluminación basados en diodos emisores de luz, las cuales emiten significativos niveles de luz de onda más corta que las fuentes convencionales acompañados de riesgos en la salud humana (Lin, Yang & Yang, 2019). Sin embargo, la tecnología traducida en pantallas está presente en la vida de las personas debido a su presencia masiva en el mercado y su aplicabilidad en múltiples tareas.

En tanto, Tejedor y otros (2018) agregan que el componente más dañino del espectro visible es la luz azul -400 $\pm$ 500 nm- dado que causa daño a la retina y disminuye las respuestas de los fotorreceptores, siendo estas células más sensibles a dicha radiación óptica.

En relación con Bonmatí y otros (2014) adiciona que la exposición excesiva a la luz azul influye en varios trastornos metabólicos y endocrinos, con riesgo mayor de cáncer de mama, cáncer de próstata y cánceres endometriales para los trabajadores por turnos. Lo anterior se ha asociado con desórdenes del ritmo circadiano y por ende, desincronización de la melatonina debido a la exposición a luz azul.

En China, los resultados del estudio realizado a trabajadores de las oficinas de Hangzhou concluyó que por jornadas laborales de más de 11 horas impartidos en el uso de

EFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

pantallas de visualización de datos, las personas presentaban un mayor riesgo de síntomas físicos y mentales por el exceso de trabajo (Cheng & otros, 2019).

De igual manera, se asocia a la exposición a las pantallas de visualización de datos el síndrome óculo-visual también llamado síndrome visual informático cuya sintomatología responde a vista cansada, fatiga ocular, ardor, sensibilidad, irritación de ojos y visión borrosa. No obstante, se destaca la falta de estudios concretos que relacione dichos síntomas con patologías concretas al puesto de trabajo (Molina, Carbonell, Rodríguez, Vidiella & López, 2017).

Por lo tanto, se puede considerar que las largas jornadas de trabajo con poco descanso visual frente a pantallas de cristal líquido en ambientes laborales resulta peligroso y un riesgo latente en la salud del empleado dado que las personas pueden disminuir la calidad de vida, y aumentar la susceptibilidad a otras enfermedades (Bauer & otros, 2018). Sin embargo, otras investigaciones apoyan el uso de pantallas de los distintos móviles o aparatos informáticos.

Aunado a lo anterior, el uso de luz blanca enriquecida en azul puede ser una estrategia ergonómica adecuada para mejorar el rendimiento y el estado de alerta, especialmente durante la noche. Es decir, la exposición a la luz azul en horarios laborales nocturnos puede resultar beneficiosos dado que disminuyen los errores y aumenta la concentración (Majid, Rostam, Reza & Rashid, 2017).

En definitiva, el uso de pantallas para propósitos laborales desarrollados en jornadas laborales extensas y continuas representan un papel fundamental en términos de salud y económicos. Primero, los empleados expuestos experimentan eventos de malestar con riesgos severos a desarrollar síntomas importantes y segundo, la organización baja el nivel de calidad de sus procesos y por ende, disminuir su productividad además de asumir

EFFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

mayores costes por concepto incapacidades, errores y turnos inconclusos (Molina & otros, 2017)

1.2 Pregunta de investigación

¿Qué efectos en la salud estarían asociados a una exposición laboral a pantallas de visualización de datos?

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Exponer los efectos nocivos y factores de riesgo en la salud relacionada con el uso de pantallas de visualización de datos en el ambiente laboral.

2.2 Objetivos específicos

Describir los efectos nocivos al uso de la de visualización de datos en el ambiente laboral.

Identificar los factores de riesgos asociados a los efectos nocivos en la salud en el ambiente laboral.

3. Justificación

La importancia de la prevención de los efectos adversos en la salud de los trabajadores depende del conocimiento pleno del panorama de los factores de riesgos laborales (Henao & Nieto, 2017). Particularmente, los efectos nocivos asociados al uso laboral de pantallas de visualización de datos demanda una atención especial ya que se evidencia numerosas investigaciones sobre las repercusiones en la salud por exposición a la luz azul, en donde se han identificado diversos factores de riesgos que afectan en la salud del trabajador debido al empleo de PVD (Modenese & Gobba, 2019).

EFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

En términos cuantitativos, el 90% de los usuarios de PVD experimentan diversos malestares relacionados con fatiga visual, cefaleas y visión borrosa debido a la irradiación de luz azul de estos dispositivos (Domínguez & otros, 2020).

Aunado a lo anterior, Ramos (2016) asocia los anteriores síntomas con el síndrome visual informático que además viene acompañado de dolor ocular, irritación, náuseas, entre otras molestias, a consecuencia del uso desmedido de las pantallas y la falta de medidas preventivas en el trabajo.

Por tanto, el empleo de dicha tecnología ha propiciado el aumento de efectos, síntomas y malestar durante las obligaciones laborales (Molina & otros, 2017). Cheng y otros (2019) señalan la implicación de una serie de problemáticas en los empleados, quienes presentan una serie de síntomas físicos, estrés laboral grave, malestar ocular y agotamiento laboral debido al uso de pantallas de visualización durante extensas jornadas de trabajo.

De la misma manera, Jaadane y otros (2015) aseguran que tal exposición genera un estado de sufrimiento de la retina provocando lesiones en el tejido, daño oxidativo y muerte de las células fotorreceptoras.

Por su parte, García (2017) determina que a causa del uso intensivo de las pantallas durante horarios diurnos y nocturnos se generan alteraciones del sueño y trastornos de conducta ya que la exposición a la luz azul contribuye a variaciones del reloj biológico. Añade Bonmatí y Argüelles (2015), que tales alteraciones conocidas también como cronodisrupción aumenta la probabilidad de contraer enfermedades cardiovasculares, deterioro cognitivo y cáncer.

Pese a las consideraciones mencionadas, el uso actual de dispositivos electrónicos con pantallas es bastante acentuado entre los usuarios en distintas esferas de la sociedad

EFFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

para distintas tareas, entre ellas, el entretenimiento y ocio. Pero es también la herramienta principal para la gestión y el almacenamiento de información en las empresas e industrias (Ramos, 2016).

Lo anterior, es respuesta de la dinámica social y económica vigente acompañada por la modernización y expansión tecnológica orientada a la competitividad y eficacia que a su vez, es responsable de nuevos paradigmas frente al tratamiento, procesamiento y conservación de información de calidad en el contexto empresarial e industrial, y por ende, la importancia del uso efectivo de las pantallas de visualización de datos (Luna & Puente, 2020). Sin embargo, la utilización irresponsable de estos dispositivos es un factor de riesgo que amenaza la salud de los usuarios.

El uso de pantallas en horas laborales y extralaborales es imprescindible, por tanto, es importante tomar medidas correctivas y preventivas. Como por ejemplo, Taverne (2020) sugiere utilizar las pantallas de visualización de datos a una distancia prudente durante un tiempo menor a tres horas. Mientras que Ranasinghe & otros (2016) aseveran la necesidad de implementar una cultura de buenas prácticas ergonómicas para disminuir los factores de riesgo, y por ende, los efectos dañinos en la salud.

De este modo, se infiere que la población más beneficiada en base a los resultados del presente documento serán los trabajadores y empresario debido que el presente manuscrito ofrece información pertinente a los factores de riesgos atribuidos a los efectos nocivos de la luz azul. Henao y Nieto (2017) afirman que la identificación de los factores de riesgo en el trabajo coadyuva a la prevención de efectos dañinos, traducidos en menores costos humanos y económicos.

Por último, la búsqueda, análisis e interpretación de información inherente a los efectos adversos y los factores de riesgo por exposición artificial a la luz azul es un tema

bastante investigado y excepcional debido al incremento extraordinario de estudios clínicos, investigativos y de revisión en donde utilizan la luz azul como variable independiente para probar hipótesis relacionados con la salud humana y la salud ocupacional (Hanifin, 2015).

4. Marco de referencia

4.1. Marco teórico

En primera instancia, Luque (2012) define el espectro electromagnético como conjunto de frecuencias en las que se produce radiación electromagnética mediante fuentes naturales o artificiales que irradian energía en forma de ondas cuya longitud varía entre 0 a ∞ -infinito. No obstante, el ojo humano solo tiene la capacidad de percibir cierto rango de longitud de onda llamado espectro de luz visible.

Como se observa en la Figura 1, la luz visible tiene una longitud de onda que oscilan entre los 400nm y 700nm, esto permite que el ser humano pueda ser sensible a los colores del arco iris, desde los colores violeta, azul, verde azulado, de 400 a 500 nm, hasta los colores naranja, rojo, de 590 a 700 nm, pasando por los colores intermedios: verde, amarillo, de 500 a 590 nm (Leid, 2016).

En este orden de ideas, Leid (2016) añade que la luz azul es uno de los componentes de este espectro electromagnético visible que puede encontrarse en fuentes naturales como el sol como también en tecnología tal y como los tubos fluorescentes, los paneles LED y las pantallas de visualización.

EFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

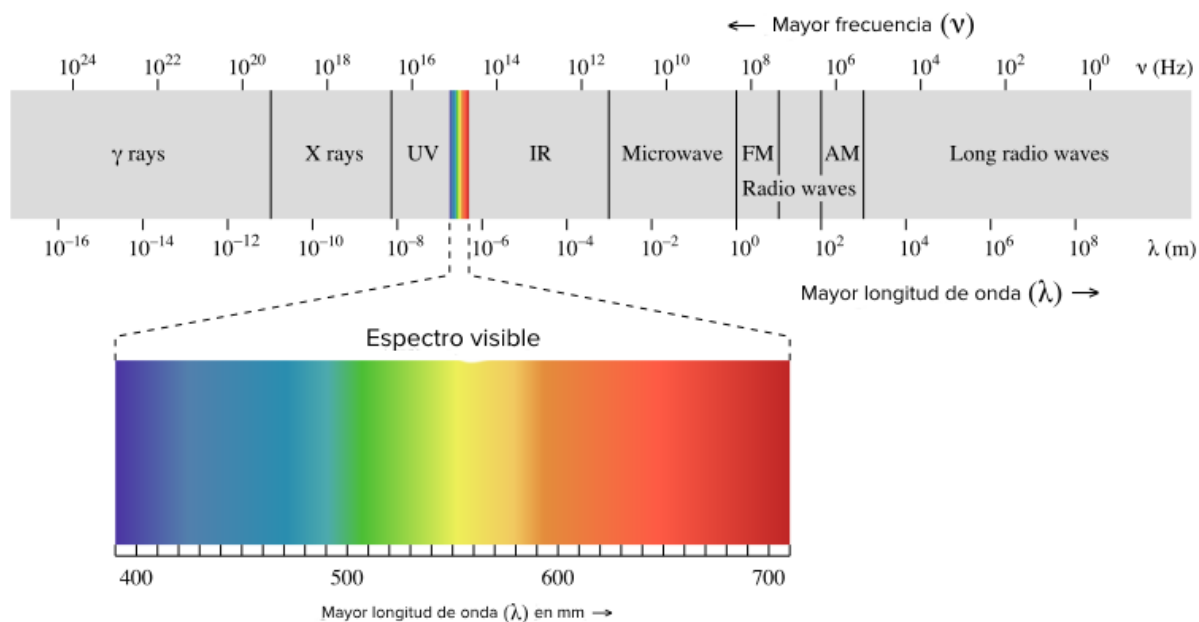


Figura 1. Espectro electromagnético visible. De “Manual Formativo de Acta” por Luque, 2012 (https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/062017.pdf).

La luz azul cuya radiación electromagnética transporta la mayor cantidad de energía por fotón (es decir, contiene mayor energía fotoquímica) es fototóxica para el ser humano (Leung, Li & Kee, 2017).

Lo anterior es evaluado mediante un espectro de acción que consiste en medir el espectro de luz en una ubicación particular y la longitud de cada onda, estos números se ponderan con el factor relevante de cada una de ellas, luego se suman, su resultado es la radiancia o la irradiancia ponderada y son comparados con el límite de la guía de exposición (O’ Hagan, Khazova & Price, 2016).

Así, en la Figura 2 se puede observar el comportamiento de las distintas longitudes de onda del espectro visible en función de la efectividad de causar daño, lo que hace concluir que la exposición retiniana a la luz azul genera con mayor efectividad en causar daños a la salud, aún más que las demás longitudes de onda del espectro visible.

EFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

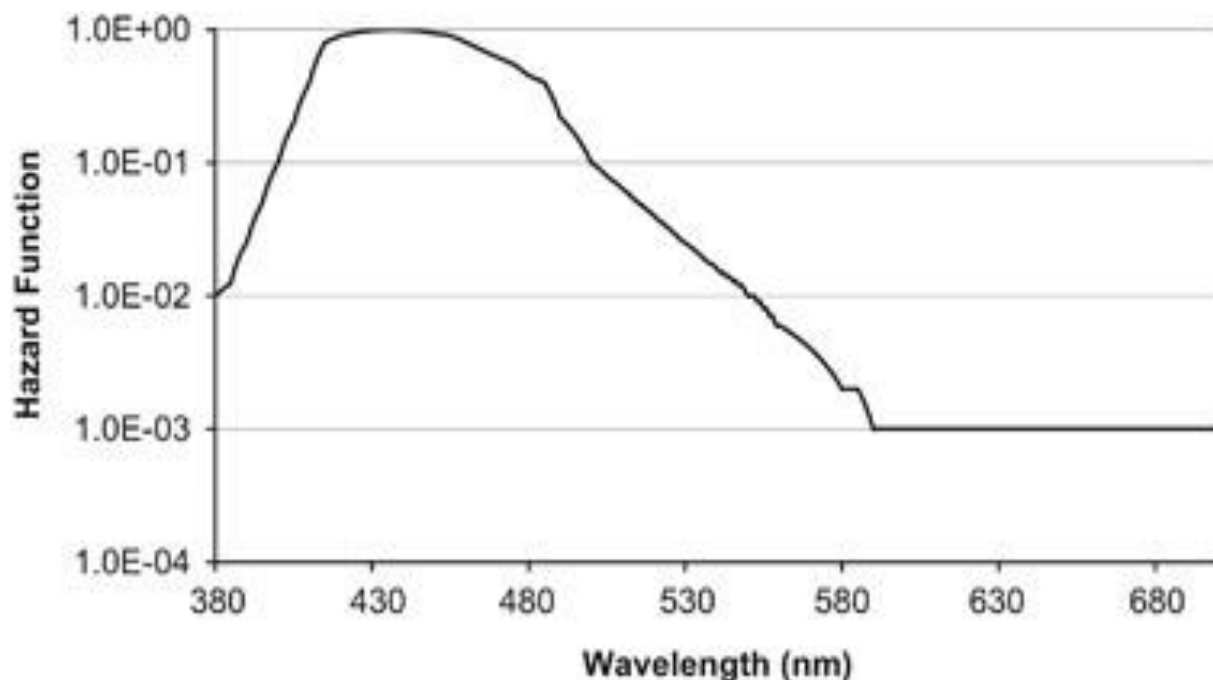


Figura 2 Función de la acción del peligro de la luz azul vs longitud de onda nm del espectro electromagnético visible. De “Eye (Lond)” por O’Hagan, Khazova y Price, 2016 (<https://www.nature.com/articles/eye2015261>).

Si bien, la emisión de luz azul de las pantallas contiene energía fototóxica, Leid (2016) señala que el daño de la luz azul no sobreviene por la cantidad del flujo luminoso de esta tecnología sino por el tiempo y continuidad de exposición, distancia de observación, iluminación ambiental, entre otros factores que conlleva a la aparición de síntomas adversos a la salud.

Por tanto, se sugiere que existe alrededor de la toxicidad de la luz azul que emiten las pantallas de visualización de datos otros factores de riesgos que favorece a la aparición de síntomas adversos en la salud, tal y como lo es el uso irresponsable de ordenadores y las enfermedades de base.

Por otro lado, es preciso ahondar sobre el órgano encargado de captar información e interpretar información tal y como las siluetas, las sombras y movimientos, y enviarla simultáneamente al cerebro, es decir, el ojo humano (Racines & Lozada, 2019).

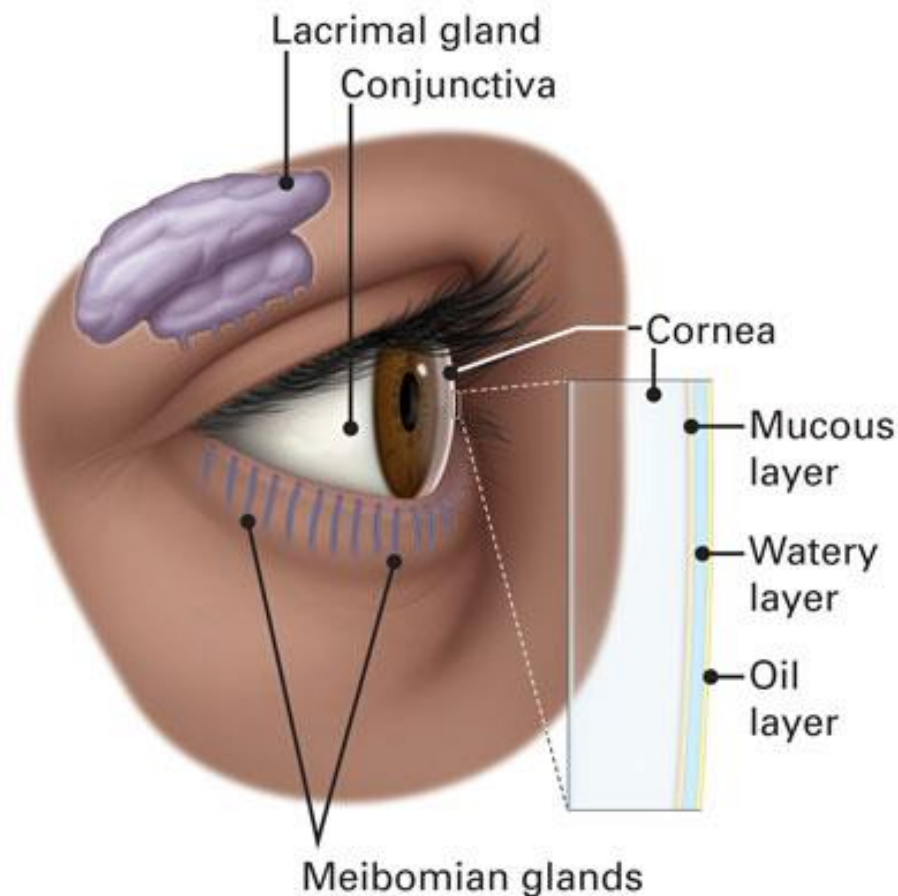


Figura 3. Superficie del ojo humano y sus partes. De “American Academy of Ophthalmology” por Boyd y Turbert, 2018 (<https://www.aao.org/eye-health/anatomy/parts-of-eye>).

En la Figura 3 se puede observar el segmento externo del ojo, específicamente la conjuntiva, una membrana transparente que cubre la superficie del ojo y el área interna de los párpados, En cuanto a la lubricación del ojo, esta función es a cargo de la película lagrimal, y la córnea, membrana en forma de cúpula por donde pasa la luz (Boyd & Turbert, 2018).

En la Figura 4 se muestra el corte transversal del ojo humano, atrás de la córnea se encuentra la cámara anterior compuesto de un líquido llamado humor acuoso cuya función es controlar la presión intraocular. Enseguida está el iris, una estructura pigmentada y el agujero oscuro llamado la pupila encargada de controlar la cantidad de luz que llega y pasa

EFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

a través de ella. Seguidamente atrás se ubica el cristalino, un lente natural cuya función es enfocar las imágenes correctamente (Boyd & Turbert, 2018).

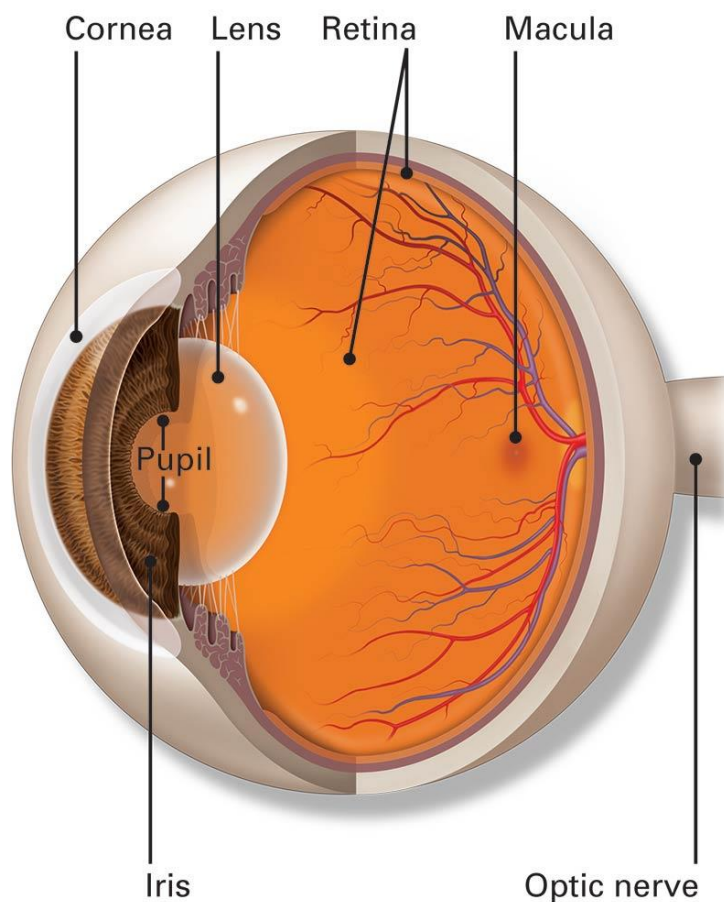


Figura 4. Segmento interno del ojo humano y sus partes. De “American Academy of Ophthalmology” por Boyd y Turbert, 2018 (<https://www.aao.org/eye-health/anatomy/parts-of-eye>).

En seguida, la cavidad vítrea que comprende el área entre el cristalino o lente y la parte posterior del ojo, está conformada de un fluido gelatinoso e incoloro que permite que el ojo se mantenga firme y elástico además de nutrirlo (Boyd & Turbert, 2018).

Consecutivamente, se distingue el tejido fotosensible llamado retina equivalente a una película fotográfica con conexión directa al cerebro y también un área muy pequeña pero fundamental encargada de la visión central denominada mácula (Racines & Lozada, 2019).

EFFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

Con referencia a la retina, agrega Bonmatí y Argüelles (2015), esta parte en especial compuesta de una serie de capas y distintos tipos de células cuenta con gran sensibilidad a la luz de las distintas longitudes de ondas del espectro visible, entre estas la luz visible azul.

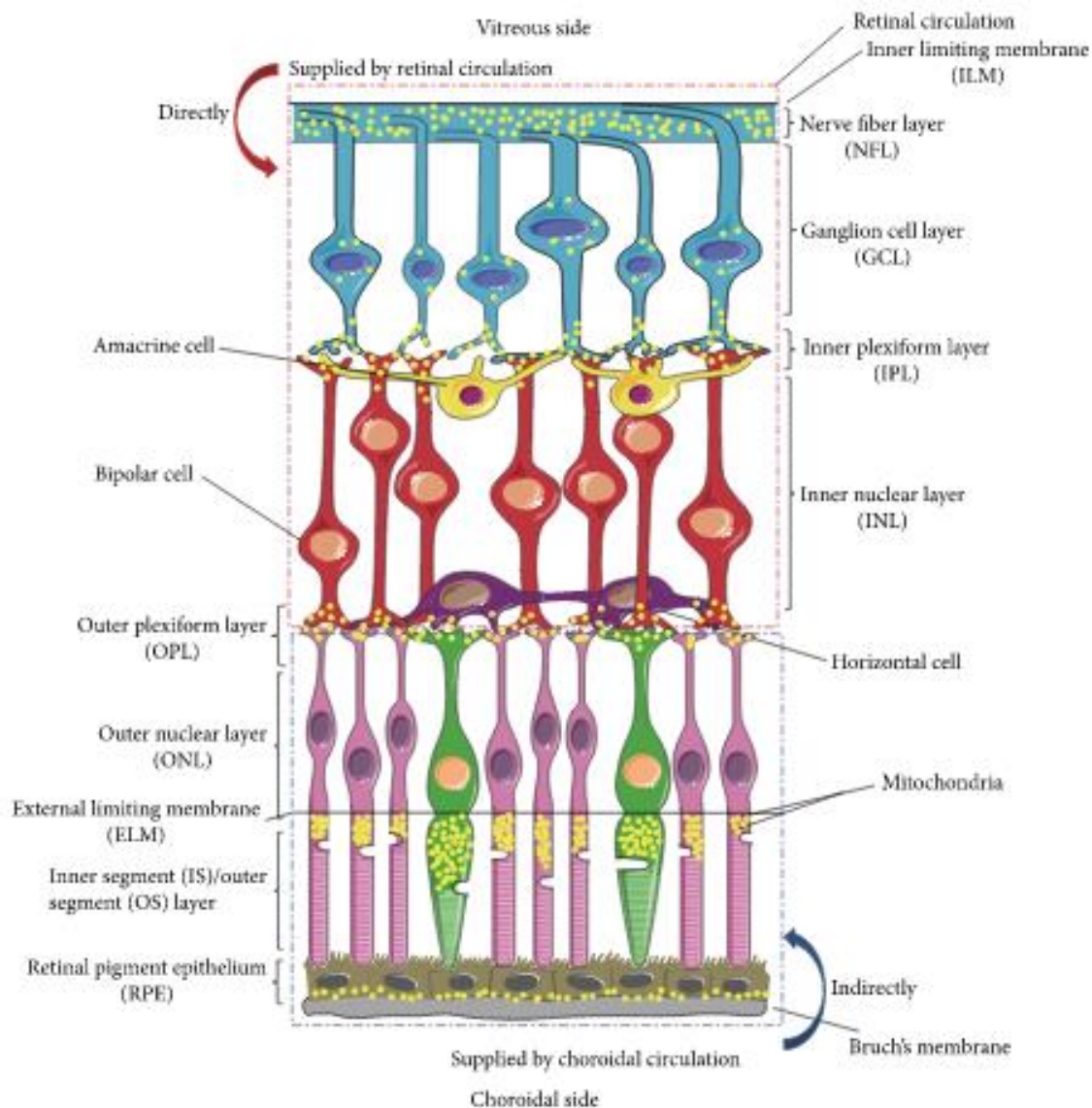


Figura 5. Clasificación de las capas en que se compone el tejido de la retina. De “Oxidative Medicine and Cellular Longevity” por Tao, Zhou y Zhu, 2019 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6721470/>).

Así, en la Figura 5 se puede observar la clasificación de las capas de la retina desde la parte interna hacia el exterior constituidas en la capa de células ganglionares, la capa plexiforme, la capa nuclear interna, la capa plexiforme externa, la capa nuclear externa, la

EFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

capa de fotorreceptores y el epitelio pigmentario retinal, siendo las últimas tres capas las más sensibles a la luz azul.

Por otro lado, la Figura 6 se observa la vista transversal del sistema retiniano, de acuerdo con Boyd y Turbert (2018), está compuesto de células especiales llamadas fotorreceptores clasificados en conos y bastones, las primeras de ellas perciben los colores blanco y negro y permiten la visión nocturna; y las segundas, perciben el color y proporcionan una visión detallada.

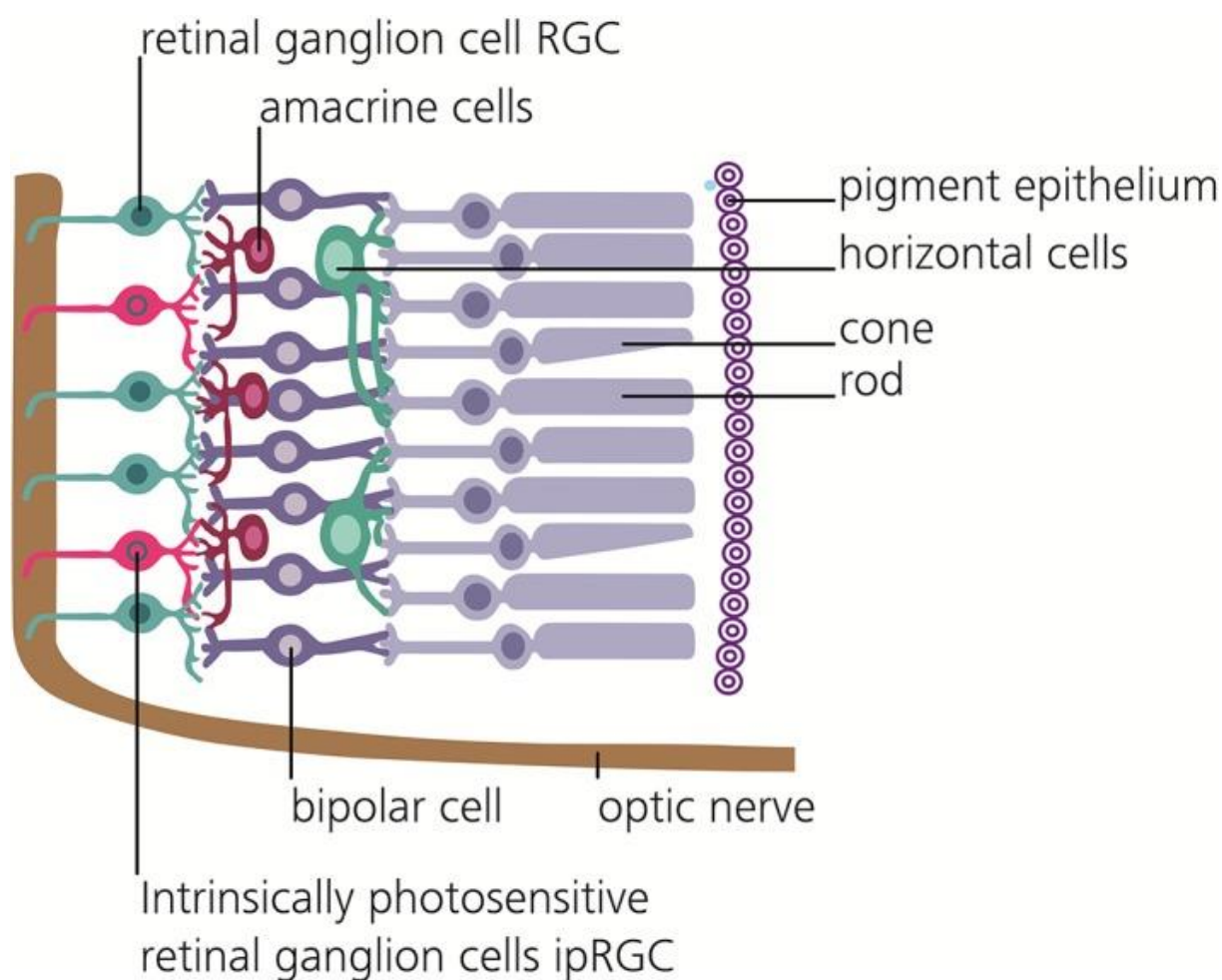


Figura 6. Vista transversal del sistema retiniano y sus células sensibles a la luz azul. De “Journal of Biophotonics” por Walh, Engelhardt, Schaupp, Lappe y Ivanov, 2019 (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jbio.201900102>).

EFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

De este modo, la retina emite la información lumínica a través de impulsos eléctricos trasladados por medio del nervio óptico, transmitido a su vez a la corteza visual en el cerebro responsable de la visión (Boyd & Turbert, 2018).

Una vez comprendida los conceptos y relación pantalla-luz azul-usuario, es imprescindible resaltar la importancia de estos elementos en su conjunto para la vida actual.

Por consiguiente, Luna y Puente (2020) manifiestan que tras la Revolución Francesa, surgió la modernización trayendo consigo la globalización, sinónimo de nuevas políticas e innovación, avances tecnológicos, desarrollo del medio de trabajo asociado especialmente al tratamiento, almacenamiento y transmisión de información, y nuevas tendencias como el consumismo desmedido y el utilitarismo.

En otras palabras, la tecnología es un componente que integra todas las facetas de la sociedad actual influenciada por el sistema económico y social presente, competitivo y dinámico, donde los individuos buscan gestionar y almacenar su información mediante el uso de pantallas de visualización de datos.

En consecuencia, Ramos (2016) destaca que la modernización y la expansión tecnológica han propiciado el aumento de este tipo de dispositivos orientados a la realización de un sinfín de tareas. Esto significa que el uso de pantallas ha afectado distintos ámbitos de la sociedad actual, tanto el ocio como el laboral, en este último propiciando cambios en los hábitos de trabajo y generando nuevas condiciones en la salud laboral.

Por último, la innovación tecnológica como pilar de las organizaciones –desde la industria en general hasta las empresas prestadoras de servicios- y sus puestos de trabajo se destacan por la eficacia y competitividad basada en la gestión y calidad de información a través del uso de los productos informáticos (Luna & Puente, 2020).

4.2 Marco legal

Con respecto a los aspectos legales y normativos asociados al uso de pantallas de visualización de datos en el puesto de trabajo, la Organización Internacional para la Estandarización –ISO y el Comité Europeo de Normalización –CEN desarrollaron una serie de normas técnicas concernientes con los requerimientos ergonómicos para el trabajo en oficina con pantallas de visualización de datos, concretamente ISO-9241 y EN-ISO 9241, cuyo objeto es que los usuarios de las terminales de pantalla puedan realizar sus actividades de manera segura, eficiente y confortable.

De acuerdo con la norma EN-ISO 9241, la CEN manifiesta la necesidad impulsar e integrar la misma como propia por los organismos de normalización de los países que integran la Unión Europea.

En el caso de España, se estableció los requerimientos mínimos legales de seguridad y salud asociadas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización de datos mediante el Decreto Real 488 del año 1997.

Así, el Ministerio de Sanidad y Consumo llevo a cabo el protocolo de vigilancia de la salud específica para los trabajadores con pantallas de visualización de datos, el cual es el más utilizado para la protección de trabajadores usuarios de pantallas de visualización de datos.

A nivel nacional, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación adoptaron la norma ISO 9241-2:1992 para establecer la norma NTC-ISO-TS 17234:2006, en el cual suministra directrices para usuarios de sistemas de procesamiento de información que utilizan videoterminales con referencia a las tareas de oficina.

5. Metodología

5.1 Enfoque y alcance de la investigación

El presente manuscrito adoptó una metodología ajustada a la investigación documental, en donde se estableció un proceso riguroso y exhaustivo en la búsqueda bibliográfica disponible que respondiera a la pregunta de investigación y cumpliera con la intención de los objetivos a cabalidad.

Por lo tanto, el contenido de esta monografía expone los resultados de la búsqueda bibliográfica, el análisis e la interpretación de la investigación documental efectuada acerca de los efectos dañinos en la salud y los factores de riesgo por el uso laboral de pantallas de visualización de datos.

5.2 Descripción de la estrategia de búsqueda

Inicialmente, se opta por implementar la estrategia PICO que hace referencia a la elaboración de una pregunta en la cual se defina la *poblacion* –o el problema, la *intervención* –o indicador, la *comparación* –o control y los *resultados* (outcome, en inglés), siendo un formato especializado para efectuar una pregunta médica que conlleva a una búsqueda efectiva de bibliografía (Fernández, Martínez, Arriarán, Gutiérrez, Toriz & Lifshitz, 2016).

Aunado a lo anterior, los elementos de la pregunta de acuerdo a la estrategia PICO en base a la pregunta de investigación del presente documento son los siguientes:

- P: Trabajadores.
- I: La luz azul por uso de PVD.
- C: No aplica.
- O: Efectos nocivos en la salud

Una vez definida la pregunta, se realiza una búsqueda de las palabras clave en el vocabulario MeSH -Encabezados en Materia Médica en español, un repositorio biomédico

de la Biblioteca de Medicina de Estados Unidos -NLM utilizado en bases de datos como MEDLINE, entre otras, la cual contiene vocabulario controlado, es decir, palabras y conceptos estandarizados previamente en el idioma inglés que contribuyen a la búsqueda precisa de información (Fernández & otros, 2016). Cabe mencionar que el tesoro MeSH utilizados fue encontrado dentro del portal de PubMed.

Como resultado de la búsqueda, los términos MESH disponibles y más importantes asociados con la pregunta PICO encontrados fueron <workplace>, <blue light>, <adverse effects>, <health risk>, <ocular hazards> y <occupational exposure>, <visual data display> y <computer terminal>.

Posteriormente, en la Tabla 1 se establecen las ecuaciones de búsqueda empleando operadores booleanos, las cuales serán utilizadas en motores de búsqueda y bases de datos especializadas relacionadas con el tema central de la investigación.

Tabla 1

Ecuaciones de búsqueda bibliográfica

Ecuación	Número de resultados
<workplace> AND <blue light> AND <adverse effects>	6
(“<diseases>” OR “<adverse effects>”) AND <blue light>	106
<blue light> AND <health risk >	27
<workplace> AND <visual data display>	2
(“<ocular hazards>” OR “<adverse effects>”) AND <blue light>	56
<occupational exposure> AND <blue light>	8
<ocular hazards> AND <blue light>	6
<blue light> AND (“<visual data display>” OR “<computer terminal>”)	1
(“<visual data display>” OR “<computer terminal>”) AND <occupational exposure>	12
(“<diseases>” OR “<adverse effects>”) AND <blue light> AND <workplace>	1

EFFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

Ecuación	Número de resultados
"luz azul" "efectos" "factores de riesgo" "pantallas"	90
"luz azul" "efectos" "factores de riesgo" "pantallas" "trabajo"	86
Total	401

Considerado esto, se determina dos criterios de selección de documentos de acuerdo con los efectos del uso laboral de pantallas de visualización de datos en la salud:

- Periodo de revisión del artículo sujeto a 10 años.
- El tipo de artículo -revisiones, revisiones sistemáticas y también se tuvieron en cuenta los artículos tipo ensayo controlado aleatorizado.

En el caso particular de la presente investigación, se empleó el motor de búsqueda PubMed. Según Fernández y otros (2016) PubMed tiene libre acceso a MEDLINE, es la base de datos más importantes de la NLM con artículos que abarcan los campos de la medicina, enfermería, odontología, veterinarios, salud pública y ciencias preclínica, como también libre acceso a otros enlaces de importancia.

En otras palabras, PubMed permite el acceso libre a un importante número de literatura de calidad relacionada a las ciencias de la salud lo que permite la recuperación de información relacionada a los efectos adversos y factores de riesgo asociado a la exposición de las pantallas de visualización de datos.

De acuerdo con Fernández y otros (2016) “actualmente PubMed contiene más de 25 millones de citas de la literatura biomédica de MEDLINE, revistas científicas y libros en línea. Las citas pueden incluir enlaces o vínculos al contenido en texto completo desde los sitios web de los editores” (p. 222).

De esta forma, PubMed fue el ente de consultas central y más relevante de la investigación. Sin embargo, se recurrió a la base de datos de Google Scholar, la cual permitieron el acceso a información especializada en idioma castellano.

Posterior a la aplicación de las ecuaciones de búsqueda y los criterios de selección se obtuvieron 401 artículos, lo cuales son objeto de tamizaje para la inclusión o exclusión en la base de datos propia de la investigación.

5.3 Instrumentos

Se logra consolidar una base de datos con literatura especializada compuesta de 50 artículos electrónicos recuperados entre el 12 de junio de 2020 y 23 de junio de 2020. Cabe notar, que dichos documentos que componen el banco de estudios inherente a la investigación, son objeto de análisis para la validación de su pertinencia e inclusión en el cuerpo del estudio.

Para la construcción de la base de datos se tuvo en cuenta nueve rótulos: la fecha de búsqueda, el nombre del artículo, la dirección Web, el identificador de las publicaciones, también se adicionó el año de revisión, el idioma del artículo, la columna <¿included?> y la columna <classification>. Se propone esta estructura orientada a la plena organización de la información para su posterior análisis e inclusión en el estudio, por ende, la base de datos es el principal instrumento que soportará los argumentos de la actual investigación bibliográfica.

5.4 Procedimientos

Como se ha mencionado anteriormente, el presente escrito hace referencia a una revisión bibliográfica, lo que constituye la realización de múltiples tareas organizadas en fases orientadas al cumplimiento de los objetivos de la investigación, es decir, que resuelvan los requerimientos de la pregunta problema.

En congruencia, Ramírez y García (2018) proponen implementar un protocolo que permita identificar, evaluar e interpretar la información disponible de un tema en específico mediante un proceso inherente a una revisión sistemática de literatura.

En la Figura 7 se evidencia el proceso tenido en cuenta para la elaboración de una revisión sistemática de literatura, a partir de la planeación, pasando por la evaluación y extracción de datos en base a objetivos y por último, la construcción del informe de resultados (Ramírez & García, 2018). No obstante, es una visión general y punto de referencia para asumir una metodología con más detalle.

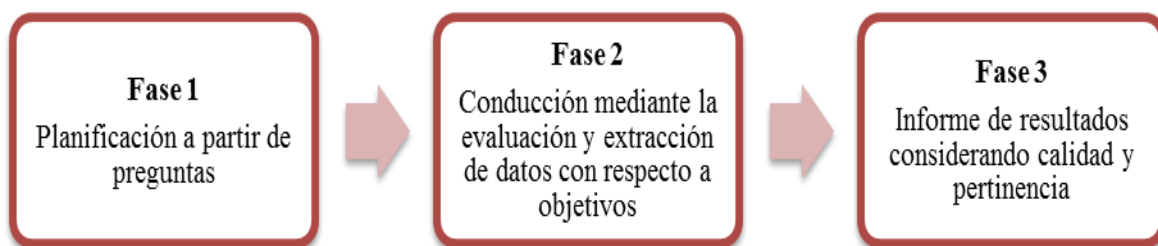


Figura 7. Diagrama del proceso de la revisión sistemática de literatura. De “Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación” por Ramírez y García, 2018 (<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6235795>).

Por ende, es preciso la inclusión de una aplicación más detallada que proporcione un medio efectivo que facilite la identificación y evaluación de investigaciones existentes en un rango particular, que permita la gestión desde la formulación de la pregunta de investigación hasta la elaboración de conclusiones de ésta, consistente en la herramienta Rev Man (Grijalva, Cornejo, Raquel & Fernández, 2019).

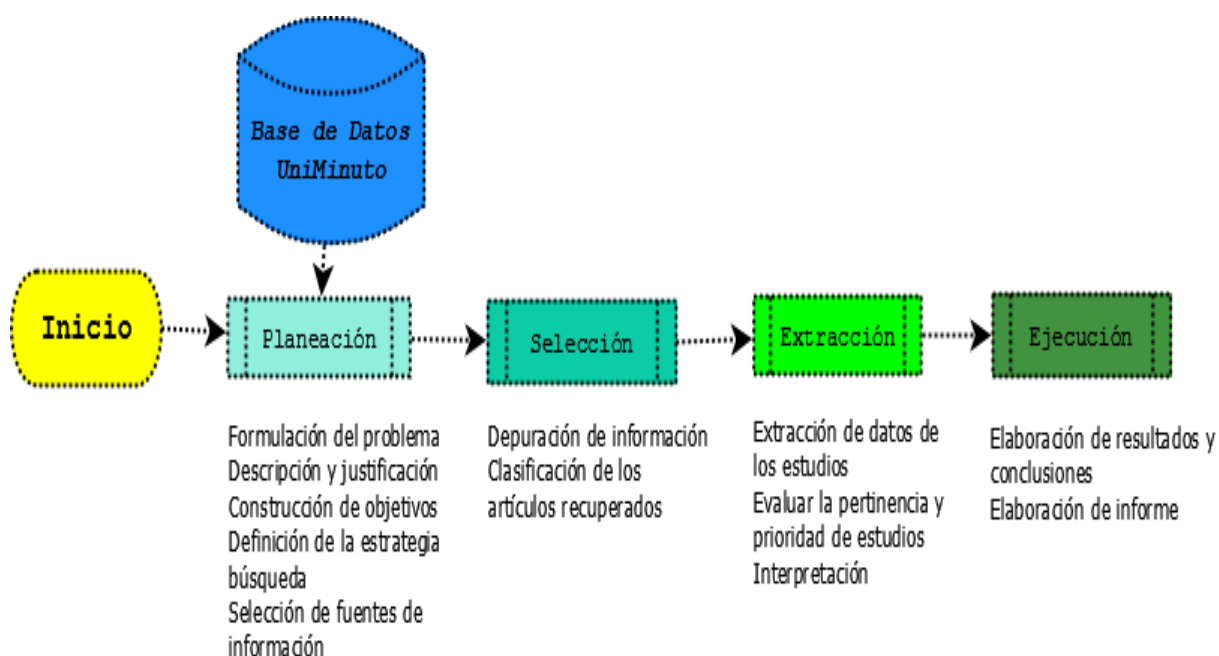


Figura 8. Diagrama de las fases de realización de la investigación. Adaptado de “Revista Espacios” por Grijalva, Cornejo, Raquel y Fernández, 2018 (<https://www.revistaespacios.com/a19v40n25/a19v40n25p09.pdf>).

En la Figura 8 se observa el diagrama adaptado al caso particular de esta investigación, con una estructura más explícita y técnica de cada una de las fases que acompañó la materialización del manuscrito.

Entre el día 10 y 23 de junio se estableció las bases de la investigación constituidas en la formulación y descripción del problema, la construcción de los objetivos. Estas pautas determinaron lo concerniente a la estrategia de búsqueda y la selección de las fuentes de información para la construcción del banco de literatura, siendo este el instrumento clave para la extracción de información y su posterior, análisis e interpretación.

Seguidamente, se realiza el análisis y selección de información para establecer su exclusión o inclusión en el contenido del documento y al mismo tiempo, la clasificación pertinente con respecto a las secciones del mismo. Esto se realiza entre el día 14 y 30 de junio del presente año.

Consecutivamente, se evalúa la pertinencia de los estudios depurados en la fase anterior para la ulterior extracción de los datos de los artículos seleccionados, esto conlleva a la síntesis e interpretación de la información y la obtención de citas bibliográficas, materializado en el periodo de tiempo 10 y 18 de julio.

Para finalizar, el 22 de julio culmina la realización del cuerpo de la monografía, es decir, se determinan los resultados y las conclusiones, la descripción de la metodología utilizada, el marco de referencia y demás ítems del informe.

Cabe notar, que en la Tabla 2 se encuentra el cronograma detallado de las actividades realizadas para cumplir los objetivos de la investigación y sus respectivos productos.

5.5 Análisis de información.

En la Figura 9 se representa el proceso que conllevó el análisis de la información inherente a la investigación.

En primer lugar, en la búsqueda inicial de documentos con respecto a los criterios de selección y las ecuaciones de búsqueda aplicados en las bases de datos de PubMed y Google Scholar, se recuperaron 225 y 176 artículos, respectivamente.

El siguiente filtro consistió en la exclusión de los documentos duplicados, aquellos que surgen más de una vez en la aplicación de la estrategia de búsqueda. Así mismo, se excluyeron los artículos con baja relevancia investigativa, este criterio hace referencia a un algoritmo que brinda ambos motores de búsqueda, en donde el despliegue de los resultados de menor significancia aparece en posiciones inferiores. Cabe notar, que el portal de PubMed tuvo mayor prioridad en la recuperación de la información.

En tanto, los artículos obtenidos en esta etapa sumaron 50, de los cuales se suprimieron 19 debido a tres razones: pertenecían a un idioma diferente al inglés y al

castellano, no se tenía acceso al contenido completo y la información no se asocia con los objetivos de la investigación.

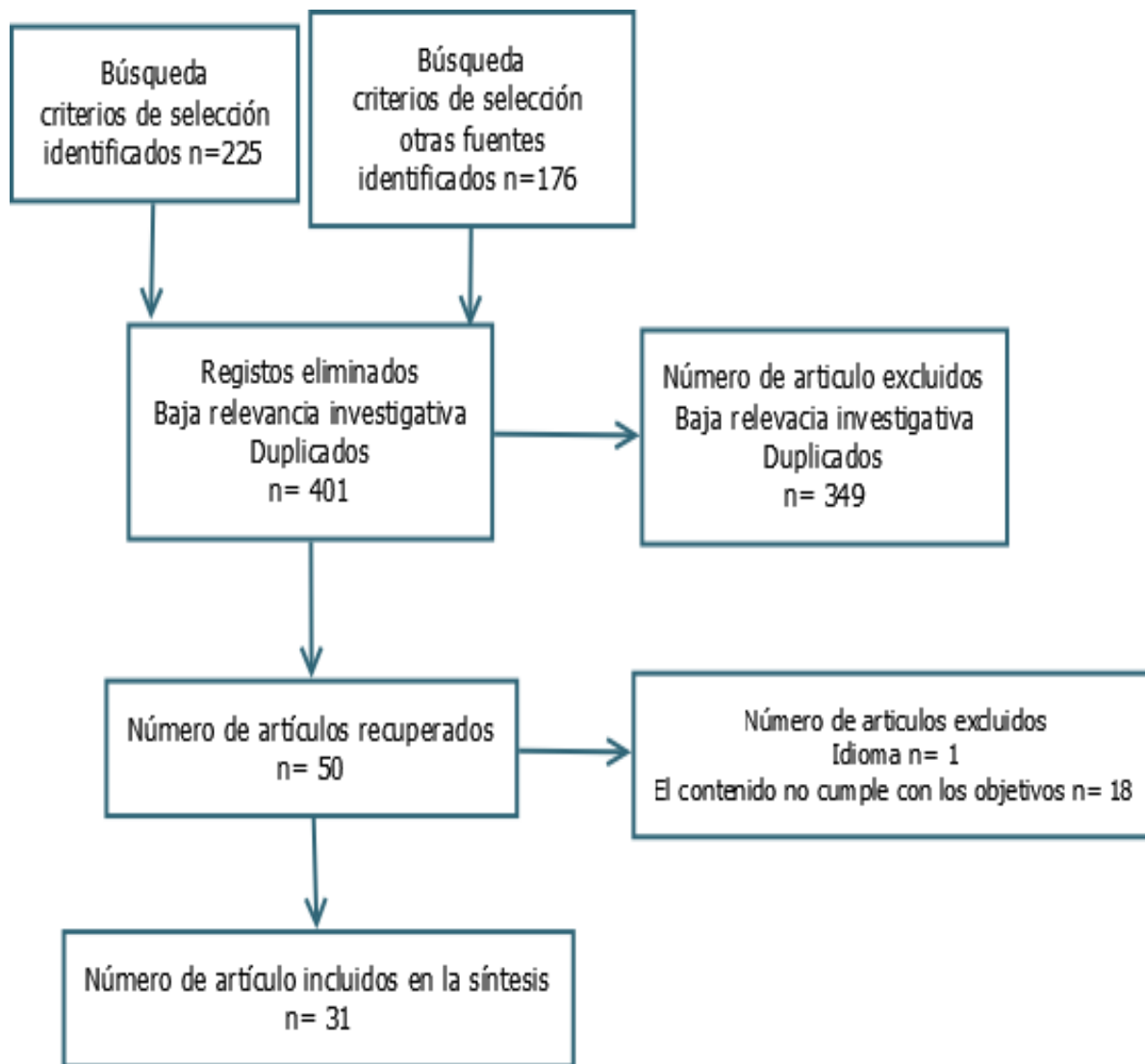


Figura 9. Diagrama de flujo del análisis de información. Adaptado de “Medicina Clínica” por Urrútia y Bonfill, 2010 (<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3300057>).

De esta forma, se incluyeron a la síntesis 31 artículos de los cuales 10 fueron recuperados de Google Scholar y 21 cuya fuente fue el motor de búsqueda PubMed.

5.6 Consideraciones éticas

Como se mencionó en apartados anteriores, el presente manuscrito corresponde a una revisión sistemática de bibliografía disponible con el propósito de profundizar sobre los

efectos y factores de riesgo producto del uso de pantallas en el ambiente laboral, por lo tanto se hace hincapié en el reconocimiento y respeto por los derechos de autor.

En este sentido, la Corporación Universitaria Minuto de Dios –UNIMINUTO ha socializado un compendio actualizado para el año 2015 en el cual se señala los principios y valores que guían la investigación entre ellos se define el respeto y reconocimiento por la diversidad de los saberes.

Desde esta perspectiva, la UNIMINUTO establece a través del Acuerdo 157 del año 2010, el reglamento de propiedad intelectual de la corporación universitaria donde se exponen los lineamientos base para la implementación de las políticas enmarcadas en la gestión de la propiedad intelectual para efectos de protección y reconocimiento de los derechos del autor.

En efecto, para el caso del presente estudio se hizo hincapié en el respeto y reconocimiento de los derechos de autor mediante la aplicación minuciosa y cuidadosa de citas bibliográficas, estas radican en la transcripción textual o parafraseada de fragmentos de una obra, en la cual se menciona la fuente de origen y nombre del autor.

Por consiguiente, se utiliza el formato estandarizado denominado Normas APA sexta versión, en el cual se tiene en cuenta el tipo de fuente bibliográfica, nombres de autores, año de publicación, entre otros parámetros según sea el caso.

Para finalizar, es preciso no trasgredir los derechos de la propiedad intelectual debido a que se puede incurrir en problemas legales graves sino se actúa de manera honesta y objetiva en la utilización de bibliografía existente en estudios particulares.

6. Cronograma

EFFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

En la Tabla 2 se observan las actividades realizadas en cada fase llevada a cabo para la realización de la investigación orientada al cumplimiento de los objetivos del presente manuscrito, el tiempo que tomó su desarrollo –en días- y los productos obtenidos.

Tabla 2

Cronograma de actividades relacionadas con el proyecto de investigación

No.	Fase	Actividad	Tiempo (meses)		Producto
			Desde	Hasta	
1	Planeación	Formulación y definición del tema de investigación.	10 junio de 2020	12 junio de 2020	I. Primera parte del contenido de la investigación. II. Criterios de selección y Ecuaciones de búsqueda. III. Base de Datos.
		Descripción y justificación de la investigación.	12 junio de 2020	12 junio de 2020	
		Construcción de los objetivos.	12 junio de 2020	14 junio de 2020	
		Construcción y aplicación de la estrategia de búsqueda.	12 junio de 2020	23 junio de 2020	
		Análisis de información: 1er filtro.	12 junio de 2020	23 junio de 2020	
2	Selección	Depuración de artículos de recuperados en BD	14 junio de 2020	24 junio de 2020	I. Base de Datos depurada y clasificada.
		Clasificación de los artículos recuperados en BD	24 junio de 2020	30 junio de 2020	
3	Extracción	Evaluación de la pertinencia y prioridad para el cuerpo de la investigación	01 julio de 2020	10 julio de 2020	I. Citas bibliográficas.
		Extracción de la información e interpretación	10 julio de 2020	18 julio de 2020	

No.	Fase	Actividad	Tiempo (meses)		Producto
			Desde	Hasta	
4	Ejecución	Elaboración de resultados, conclusiones y recomendaciones	18 julio de 2020	24 julio de 2020	I. Informe

7. Resultados y discusión

7.1. Efectos nocivos al uso de la de visualización de datos en el ambiente laboral

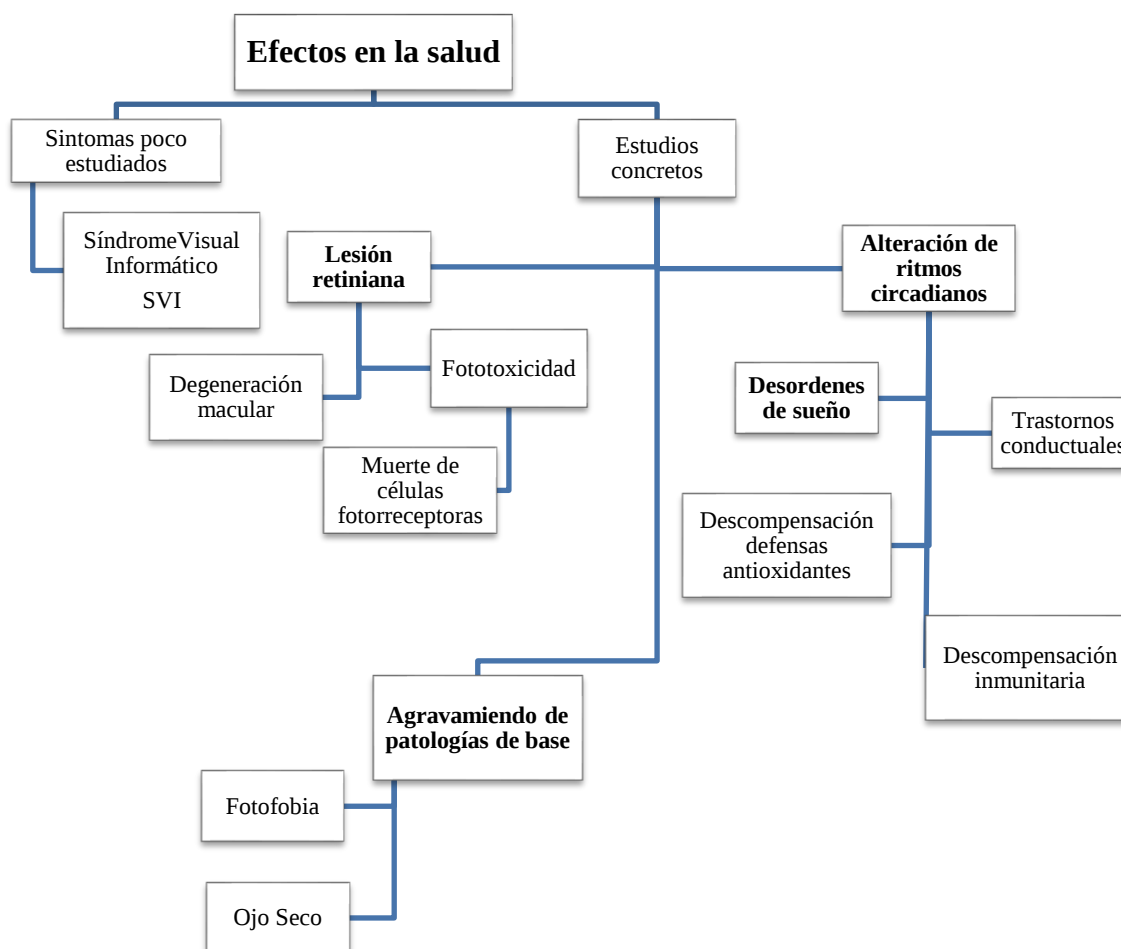


Figura 10. Efectos nocivos por exposición a pantallas de visualización de datos.

EFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

En la Figura 9 se observa de manera sintetizada los efectos adversos en la salud por el uso laboral de pantallas de visualización de datos:

En el proceso de la revisión bibliográfica acerca de los efectos nocivos en la salud se encontró numerosos estudios sobre los daños en la retina y por ende, sobre fototoxicidad, alteraciones del sistema circadiano debido a la exposición a la onda corta de la luz azul. De acuerdo con Lin, Yang y Yang (2019) aseguran:

Los módulos de retroiluminación LED emiten una extensa luz azul que puede dañar los fotorreceptores de la retina y las células RPE y alterar los ritmos circadianos debido a su longitud de onda corta y alta energía, convirtiéndose en un peligro para la salud (p. 10).

En efecto, Jaadane y otros (2015) asegura que esta exposición causa un estado de sufrimiento de la retina con daño oxidativo y lesión retiniana, como también pérdida de fotorreceptores y la activación de la apoptosis, necroptosis y necrosis, es decir, muerte programada de células.

En la Figura 11 se muestra el proceso de la fototoxicidad, el cual inicia en la retina externa, cuando los receptores fotosensibilizadores denominados opsinas -los bastones, los conos y las células EPR- absorben la energía fotonica de la luz azul, lo cual provoca distintas reacciones químicas, entre ellas la producción de especies reactivas al oxígeno como el oxígeno atómico, el peróxido de hidrógeno y otros radicales libres. Esto conduce al estrés oxidativo degradando la membrana del receptor, como consecuencia se da la acumulación lipofuscina y por último, muerte de las células fotorreceptores –EPR (Boulton & otros, 2013).

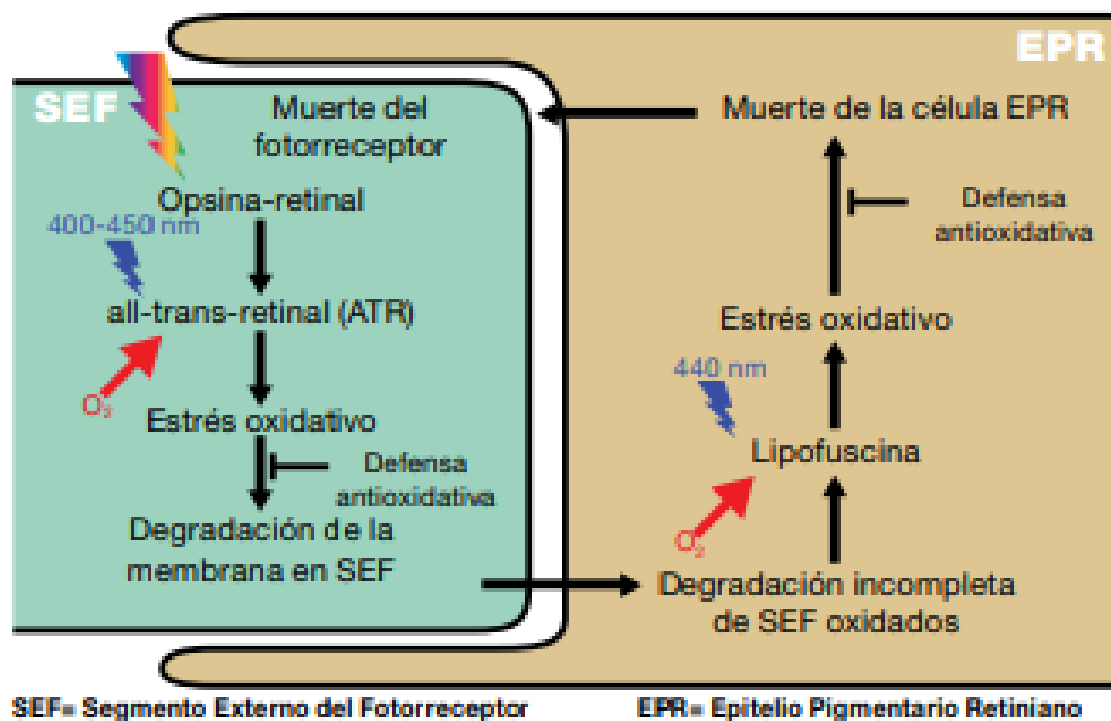


Figura 11. Mecanismo de la fototoxicidad en la retina externa. De “Points de Vue - Revista Internacional de Óptica Oftálmica” por Boulton y otros, 2013 (<https://www.pointsdevue.com/sites/default/files/riesgo-de-la-luz-azul.pdf>).

Por otra parte, se asevera el daño producido a las mitocondrias, abundantes en los tejidos retinianos y encargados de múltiples funciones orientadas al mantenimiento de las vías ópticas que se conectan con el cerebro debido a la sobreexposición a la luz de onda corta se altera el equilibrio oxidante y antioxidante, lo que conlleva a participar en el proceso de fototoxicidad y en la muerte celular de las conexiones ópticas (Tao, Zhou & Zhu, 2019).

Agrega Lin, Yang y Yang (2019) que la exposición OLED produce disminución de la viabilidad celular y por ende, disfunción mitocondrial dado que los radicales de oxígeno inician reacciones en cadena de radicales libres y estrés oxidativo que producen muerte celular, donde el órgano más expuesto es la retina.

EFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

Frente al daño retiniano y la muerte masiva de células fotorreceptoras y por ende, la no regeneración de células, Modenese y Gobba (2019) manifiestan que la exposición a la radiación óptica en especial a la banda en el rango de 400-550 nm de longitud de onda, es uno de los múltiples factores responsables de la degeneración macular. Mientras que otro estudio se considera que además de inducir toxicidad retiniana, aumenta potencialmente el riesgo a la degeneración macular asociada con la edad (Lawrenson, Hull & Downie, 2017).

Además del daño en los humanos a causa de la exposición de luz azul en la retina y la macula, se señala que los efectos se extienden a la cornea, en donde se presenta inflamación epitelial y daño oxidativo, y en el lente, el cual absorbe la mayor cantidad de luz de onda corta como escudo de protección de la retina, pero en cumplimiento de esta función, la lente tiene a cambiar de color, factor de riesgo para la formación de cataratas (Zhao, Zhou, Tan & Li, 2018)

Por otro lado, se precisan efectos que involucra el reloj biológico de los individuos, que en el caso de la presente investigación afecta directamente a los trabajadores expuestos a la luz azul de las pantallas de visualización de datos en su desempeño laboral.

Así, los ritmos circadianos, según Bonmatí y otros (2014) obedece a la presencia de un marcapaso circadiano propio en mamíferos localizado en el núcleo supraquiasmático del hipotálamo encargado de generar ritmos sincronizados que en el caso de los humanos se reflejan en una variedad de procesos moleculares, fisiológicos y psicológicos, como la expresión génica, la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca y la producción de melatonina, así como el sueño, el estado de ánimo y las funciones cognitivas superiores en un ciclo luz-oscuridad.

En la Figura 12 se puede observar el funcionamiento del sistema circadiano, también conocido como reloj biológico que responde a información endógena transmitida de

EFFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

la luz natural o artificial a la que se está expuestos los ojos, ésta es procesada en el marcapasos central en donde interviene ojos, tracto retinohipotalámico, los núcleos supraquiasmáticos y la glándula pineal. Como resultado se obtiene la producción de distintas sustancias hormonales, comportamiento de la presión arterial, definición de horarios de alimentación y otras conductas.

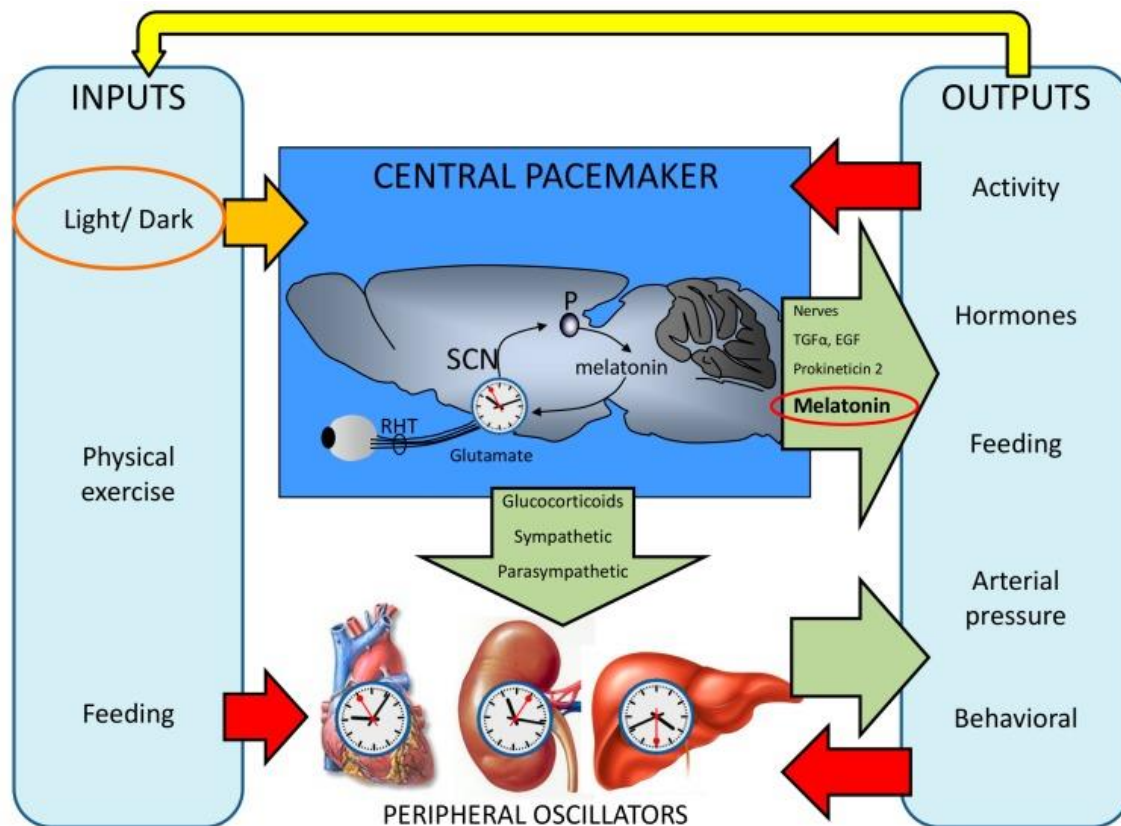


Figura 12. Descripción general de la organización funcional del sistema circadiano en mamíferos. De “International Journal of Molecular Sciences” por Bonmatí y otros, 2014 (<https://www.mdpi.com/1422-0067/15/12/23448>).

En concordancia con la secreción de la hormona melatonina, su segregación proviene de la glándula pineal -p, la cual recibe la información por los núcleos supraquiasmáticos –SCN asociada a las señales de iluminación recibidas del exterior a través del tracto retinohipotalámico –RHT, la retina –R y frente a ella, las células

EFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

ganglionares de la retina fotosensibles intrínsecas –ipRGCs estimuladas por la luz (West & otros, 2011).

Cabe resaltar, las ipRGC son menos sensibles y mucho más lentas que los demás fotorreceptores de la retina, representan el 1% de las células retino ganglionares y además almacenan altos niveles de melanopsina, principal mediador de la fotofobia a la luz azul y útil para procesar y enviar señales (Walh, Engelhardt, Schaupp, Lappe & Ivanov, 2019).

De este modo, Bonmatí y Argüelles (2015) asegura que la exposición a la luz de alto contenido azul puede generar una disminución en la producción de la hormona melatonina de la glandula pineal a causa de alteraciones luz-oscuridad, tal y como sucede en las personas con turnos de trabajo excesivos frente a la luz artificial de las pantallas.

Estos autores resaltan tres importantes efectos que trastornan tal reloj biológico debido a la longitud de onda azul: alteraciones endocrinas y metabólicas –como desórdenes de sueño; el estrés oxidativo –como descompensación en las defensas antioxidantes y efectos sobre el sistema inmunológico que puede inhibir la función inmunitaria aumentando la frecuencia de patologías infecciosas, inflamatorias, entre otras.

Agrega García (2017) “el uso continuado de pantallas retroiluminadas LED de luz azul y la exposición en momentos correspondientes sobre todo -aunque no solo- a ciclos nocturnos, provoca alteraciones del sueño y desórdenes de conducta -irritabilidad, astenia, etc.- debido a la alteración de los ritmos circadianos” (p. 91).

En efecto, el exceso de horas que pasa una persona frente a pantallas de visualización de datos a causa de turnos de trabajo nocturnos, por exceso de horas de trabajo y por exceso de tiempo de ocio frente a la luz artificial rica en longitud de onda azul son factores que provocan el descenso de la hormona melatonina y por ende, se produce la cronodisrupción referente al desajuste del reloj biológico por lo cual aumenta la

EFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

probabilidad de contraer enfermedades cardiovasculares, deterioro cognitivo y cáncer (Bonmatí & Argüelles, 2015).

En referencia a los desórdenes de conducta debido a la exposición de luz azul no se tiene mayor extensión investigativa y clínica, por lo tanto no se puede determinar que la supresión de melatonina además de causar mala calidad y desordenes de sueño pueda generar irritabilidad u otros problemas relacionados (Bonmatí & Argüelles, 2015).

Por otro lado, se hace referencia a las personas predispuestas a los efectos de luz azul debido a patologías de base cuyos síntomas tienden agravarse por el uso continuo de pantallas.

Es necesario comprender que el síndrome del ojo seco no es causa puntual de la emisión de luz azul de las pantallas de visualización de datos dado que los estudios existentes solo hacen referencia a escenarios controlados no clínicos. No obstante, los síntomas empeoran cuando la persona desarrolla actividades durante tiempo continuo e ininterrumpido frente a dicha radiación óptica correspondiente a la luz azul de las pantallas de computadores, teléfonos inteligentes, tabletas electrónicas, ya que la película lagrimal y la función visual tienden a alterarse con la exposición (Taverne, 2020).

Con relación a esto último, experimentos in vivo y los realizados en seres humanos, en el que los individuos eran expuestos a la luz azul de 470 nm longitud de onda, se observaron signos inflamatorios, aumento en la sensibilidad mecánica corneal y desgarro excesivo que podría atribuirse a un parpadeo adicional, síntomas que suelen manifestarse en el síndrome del ojo seco y la fotofobia, este último propia de una aversión a la luz azul (Marek & otros, 2019).

Para finalizar, en la Tabla 3 se presenta la clasificación de los síntomas asociados al uso de ordenadores denominado Síndrome Visual Informático -SVI en cuatro categorías,

las primeras tres corresponden a problemas astenópicos, oculares y visuales, y la última relacionado a problemas extra-oculares. Cabe resaltar que la aparición de uno o varios síntomas es resultado de la suma de factores de riesgo visuales y posturales (Ramos 2016).

Tabla 3

Clasificación de los síntomas asociados al síndrome visual informático

Astenópicos	Oculares	Visuales	Extra-oculares
Dolor y cansancio ocular Cefaleas Nauseas	Ojo seco Lagrimo Irritación Quemazón Ojo rojo	Visión Borrosa Diplopía o visión doble Fotofobia	Rigidez y dolor hombros, cuello, espalda, brazos, muñecas y manos

Nota. Adaptado de “Universidad de Sevilla” por Ramos, 2016

(<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/50470/Ramos%20Enr%C3%ADquez,%20Manuel.pdf?sequence=1>).

En tanto, se estima que el conjunto de estos síntomas son experimentados por casi 60 millones de personas, lo que causa menor productividad en el trabajo y menor calidad de vida del trabajador con relación al uso de computadoras (Ranasinghe & otros, 2016).

Por otro lado, se señala que aproximadamente el 90% de los usuarios de dispositivos electrónicos con pantallas sufren de fatiga visual, cefaleas y visión borrosa debido a la emisión de luz azul (Domínguez & otros, 2020). En contraste, de los demás síntomas se desconocen los mecanismos subyacentes al mismo debido a la carencia de estudios objetivos y concretos que correlacionen el síndrome con el trabajo con ordenadores (Molina & otros, 2017).

7.2. Factores de riesgos asociados a los efectos nocivos de la luz azul de las pantallas de visualización de datos

En la Figura 13 se observa de manera sintetizada la información inherente a los factores de riesgos asociados al uso laboral de pantallas de visualización de datos:

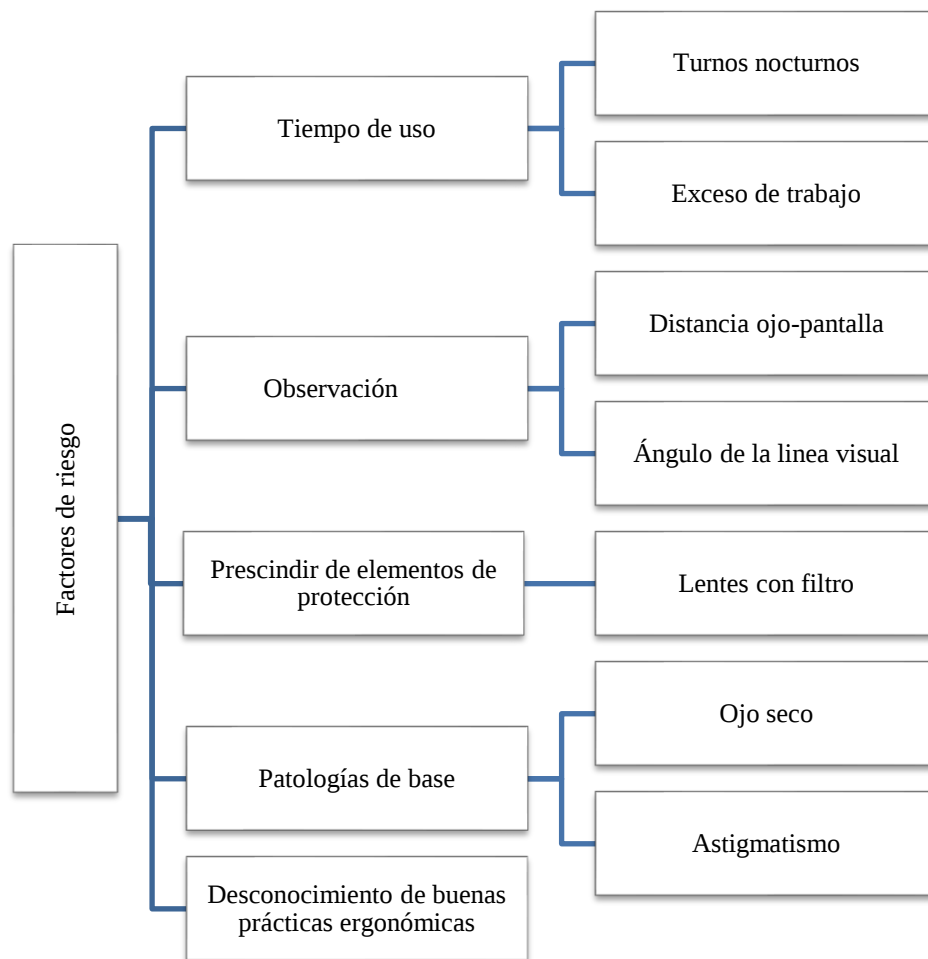


Figura 13. Factores de riesgo asociados a los efectos nocivos en la salud en el ambiente laboral.

“El peligro no proviene de la cantidad total de luz emitida -el flujo luminoso, sino del doble riesgo constituido por la escasa distancia de observación y la duración del uso. Así, mirar una película en un smartphone con pantalla AMOLED puede resultar muy peligroso” (Leid, 2016, p. 4).

Esta premisa hace referencia a dos factores que intervienen en el aumento de los riesgos laborales conexos con síntomas nocivos en la salud: la distancia observación ojo-pantalla y la duración de uso diario.

Con respecto a este último, Cheng y otros (2019) afirman mediante su estudio la estrecha relación que existe entre el tiempo de operación y el uso de pantallas en el lugar de

EFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

trabajo, manifiestan que el exceso de trabajo frente a los ordenadores conllevan a distintos síntomas molestos tales como incomodidad ocular, agotamiento laboral y dolores musculoesqueléticos.

También, se puede determinar que el exceso de tiempo de uso en turnos nocturnos es un factor adicional que conlleva a desordenes de sueño desmejorando su calidad y por ende, desencadena otro tipo de patologías adversas a la buena salud del trabajador (Majid & otros, 2017).

En cuanto a la distancia de uso, se sugiere utilizar un distanciamiento de 40 centímetros ojo-ordenador y evitar exposiciones continuas mayores a 3 horas, con ello se espera minimizar el potencial de daño de la luz azul y maximizar la comodidad en las tareas con las pantallas (Taverne, 2020).

Con respecto al ángulo de visión utilizado para visualizar las pantallas de los dispositivos digitales, se destaca la diferencia de ángulo de observación en computadores de escritorio cuya posición es ajustada previamente y las pantallas de los teléfonos inteligentes, tabletas electrónicas y computadores portátiles en donde el usuario ajusta el ángulo (Jaiswal & otros, 2019).

En este sentido. Ramos (2016) en su revisión menciona la importancia de mantener una posición adecuada de la pantalla con respecto a línea visual del usuario, dado que un ángulo inapropiado expone una mayor superficie ocular y por tanto una mayor evaporación de la película lagrimal.

Sumado a lo anterior, se puede resaltar el factor referido a la omisión del uso de elementos de protección en el lugar de trabajo cuando se expone a la luz azul que emiten las pantallas.

Frente a este tema, distintas investigaciones han señalado que la utilización de dispositivos tales como los lentes con filtro y lentes intraoculares –IOLs, siglas en inglés– que pueden prevenir los síntomas y molestias en la salud de los trabajadores y demás usuarios de los dispositivos emisores de luz azul.

En primera instancia, los lentes de gafas con filtro que suprimen parcialmente la luz azul son una opción suplementaria que coadyuvan a disminuir los efectos tóxicos de las longitudes cortas y de alta energía protegiendo la retina y sin degradar el rendimiento visual y la calidad del sueño (Leung, Li & Kee, 2017).

Aunado a lo anterior, Bonmati y otros (2015) coincide en que los lentes que bloquean la luz azul que emite las pantallas de visualización de datos pueden impedir las consecuencias nocivas sobretodo aquellas que afectan la fisiología circadiana en horas nocturnas. Otro estudio considera que el uso de lentes con filtro puede aliviar la fatiga visual, conservar la salud macular y mejorar el rendimiento visual (Lawrenson, Hull & Downie, 2017).

En Tabla 4 se puede observar en términos de cifras la viabilidad del uso de los lentes con filtro dado que prevé menores riesgos a desarrollar síntomas relacionados con la fototoxicidad de la luz azul y alteraciones en el sistema circadiano.

Tabla 4.

Rendimiento óptico del uso de lentes de gafas con filtro

Indicador	Porcentaje	Comportamiento
Fototoxicidad	10,6% a 23,26%	Decrece teóricamente
Sensibilidad escotópica	2,4% a 9,6%	Decrece
Producción de melatonina	5,8% a 15,0%	Decrece

Indicador	Porcentaje	Comportamiento
Sensibilidad a estos cambios ópticos	> 70%	La mayoría de participantes no notaron estos cambios ópticos.

Nota. Adaptado de “PLoS One” 2017 por Leung, Li y Kee, 2017 (<http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0169114>).

En relación con el rendimiento clínico, Leung, Li y Kee (2017) destacan en sus resultados que dichos lentes no revelaron disminución importante en la sensibilidad de contraste y discriminación de color.

En otras palabras, los lentes de gafas con bloqueo de luz azul es un elemento crucial a la hora de cumplir con las obligaciones laborales de oficina cuya principal herramienta son las PVD, sus beneficios se extienden para los trabajadores que desempeñan labores en horarios diurnos y noturnos, y su utilización es no invasiva.

En contraste, los lentes intraoculares con filtro –IOLs, siglas en ingles- hacen referencia a cristales sintéticos implantados mediante cirugía. La evidencia demuestra que los beneficios asociados a su uso en relación con la protección de la retina y la prevención de la degeneración macular precoz es escasa en términos clínicos (Downie, Busija & Keller, 2018).

Soportando lo anterior, Domínguez y otros (2020) aseguran que la utilización de IOLs con filtro para salvaguardar la salud macular no es clara siendo que el uso de IOLs con filtros en experimentos in vitro muestran que minimiza el daño retiniano pero los resultados de las pruebas clínicas en seres humanos arrojan datos no concluyentes. Por ende, se infiere que hacen falta estudios de calidad que expongan dichos beneficios en las personas, y específicamente, en la población trabajadora.

Por otro lado, se evidencia otro factor de riesgo relacionado con la preexistencia de daños oculares. Según Ramos (2016) manifiesta que el incremento de síntomas oculares a consecuencia de dicha exposición puede incrementar en la población con astigmatismo bajo no corregido.

En tanto, Taverne (2020) manifiesta que la exposición a ondas de longitud corta de alta energía genera en personas que padecen resequedad en la película lagrimal empeoramiento de los síntomas intrínsecos del síndrome del ojo seco.

Por último, se evidenció en otro estudio sobre evaluación de riesgos en el trabajo que el desconocimiento de las practicas ergonómicas tiende a reproducir en los trabajadores malos hábitos en su desempeño laboral, y por ende, aumentar la probabilidad de experimentar síntomas adversos por el uso de pantallas de visualización (Ranasinghe & otros, 2016).

8. Conclusiones

Mediante la búsqueda metódica y exhaustiva de evidencia investigativa disponible en la base de datos de PubMed y el motor de búsqueda Google Scholar, y el análisis riguroso de la información recuperada de dichas bases de datos a través de la lectura y comprensión, se cumplieron los objetivos del estudio en dos segmentos.

En primera instancia, se evidenciaron puntualmente los efectos adversos por exposición laboral a la luz azul de las PVD, clasificados en daños en el tejido de la retina, alteraciones del ritmo circadiano y patologías preexistentes.

A groso modo, la absorción de luz azul causa en la retina estrés oxidativo y muerte de las células fotorreceptores sensibles a longitudes de onda corta, esto conocido como fototoxicidad. Esto a su vez, puede generar degeneración macular debido a la alteración de

EFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

los procesos oxidativos impidiendo generación de nuevas células de la mácula, área encargada de la visión detallada.

Con respecto a los ritmos circadianos o reloj biológico se encontró que la luz azul de las PVD es causante de su alteración porque dicha exposición en horarios diurnos y nocturnos continuos es responsable de la baja producción de melatonina, y por ende, desordenes y mala calidad del sueño. Esto puede conllevar a trastornos conductuales, descompensación inmunitaria y desequilibrio de las defensas antioxidantes, escenario lamentable que hace a los usuarios más propensos a enfermedades como el cáncer y trastornos metabólicos.

Por otra parte, los efectos en personas con patologías oculares preexistentes tal y como el síndrome de ojo seco y fotofobia, la exposición a la PVD puede provocar empeoramiento de los síntomas.

Para finalizar este primer segmento, se halló que el uso laboral de pantallas es atenuante para desarrollar uno o más síntomas e incomodidad atribuidos al síndrome visual informático. No obstante, los estudios manifiestan que las investigaciones en torno a este síndrome no exponen los mecanismos de causalidad, es decir, es casi nulo el número de revisiones que determinen como causa la irradiación de luz azul de las pantallas.

En segunda instancia, la revisión bibliográfica identificó los factores de riesgo laboral que influyen en los efectos adversos en la salud del trabajador.

Estos factores corresponden al tiempo de uso prolongado e ininterrumpido de los dispositivos de pantallas mayormente en turnos nocturnos o por exceso de trabajo. El modo de observación, es decir, la distancia y ángulo de observación ojo-pantalla, pues se recomienda no utilizar PVD por periodos de tiempo menor a tres horas y que la posición de la pantalla no implique mayor abertura del ojo.

EFFECTOS NOCIVOS DE LA LUZ AZUL

Cabe notar que en la revisión bibliográfica, los autores hacen hincapié en el tiempo de uso y la distancia entre la pantalla y los ojos como los factores de riesgo con mayor influencia en los efectos adversos de la luz azul.

Posteriormente, se evidenció que prescindir de elementos de protección tal y como lentes con filtros, y padecer de alguna patología ocular, aumenta la probabilidad de experimentar incomodidad visual y óptica como también lesionar la retina y alterar el reloj biológico.

Por último, varios estudios hicieron hincapié en que la falta de implementar una cultura preventiva en el trabajo, aumenta el desconocimiento de buenas prácticas ergonómicas, y por ende, la incidencia de malestares y efectos dañinos en la salud. Cabe resaltar, que en Colombia no hay evidencia de manuales o protocolos estandarizados y sólidos que contribuyan al buen uso de las PVD orientados al confort y bienestar del trabajador.

9. Recomendaciones

En base a los resultados encontrados en la presente monografía se recomienda a los futuros investigadores extender el estudio hacia la elaboración de protocolos o manuales técnicos que contribuyan al bienestar del trabajador, enfocado al uso laboral de pantallas de visualización de datos.

Se sugiere analizar con mayor detenimiento lo concerniente a la utilización de elementos de protección y la realización de buenas prácticas en el lugar de trabajo, por tanto, es clave establecer alianzas para gestionar plan de seguridad y bienes en un caso específico.

Se propone igualmente adoptar una metodología cuantitativa-cualitativa enfocada a los riesgos laborales, salud y seguridad laboral en cuanto al uso laboral de PVD a nivel país para ulteriores investigaciones.

10. Referencias bibliográficas

Bauer, M., Glenn, T., Monteith, S., Gottlieb, J. F., Ritter, P. S., Geddes, J., & Whybrow, P.

C. (2018). The potential influence of LED lighting on mental illness . *The World Journal of Biological Psychiatry*, 59–73: doi.org/10.1080/15622975.2017.1417639.

Bonmatí, M. A., & Argüelles, R. (2015). La luz en el sistema circadiano. *Revista Eubacteria*, 9-15.

Bonmatí, M. A., Argüelles, R., Madrid, M. J., Reiter, R., Hardeland, R., Rol, M. A., & Madrid, J. A. (2014). Protecting the Melatonin Rhythm through Circadian Healthy Light Exposure. *Int. J. Mol. Sci*, 23448-23500. doi: org/10.3390/ijms151223448.

Bonmatí, M. A., Argüelles, R., Martínez, M. J., Reiter, R., Hardeland, R., Rol, M. A., & Madrid, J. A. (2015). Blue Blocker Glasses as a Countermeasure for Alerting Effects of Evening Light-Emitting Diode Screen Exposure in Male Teenagers. *J Adolesc Health*, 113-119.

Boulton, M., Brainard, G., Jones, W., Karpecki, P., Melton, R., Thomas, R., . . .

Shechtman, D. (2013). Riesgo de la luz azul: nuevos hallazgos y nuevos enfoques para preservar la salud ocular. *Points de Vue- International Review of Ophthalmic Optics*, 37-48.

Boyd, K., & Turbert, D. (21 de Diciembre de 2018). *American Academy of Ophthalmology*.
Obtenido de <https://www.aao.org/eye-health/anatomy/parts-of-eye>

Cheng, X., Song, M., Kong, J., Fang, X., Ji, Y., Zhang, M., & Wang, H. (2019). Influence of prolonged visual display terminal use and exercise on physical and mental

- conditions of internet staff in Hangzhou, China. *Int J Environ Res Public Health*, 2-11. doi: 10.3390/ijerph16101829.
- Corporación Universitaria Minuto de Dios. (2015). *UNIMINUTO: Compendio de la investigación*. Bogotá: Centro Editorial UNIMINUTO.
- Domínguez, A., Chávez, S., Duque, M., Franco, J., Herbert, D., Montes, M., . . . Gordillo, A. (2020). ¿ Es útil el filtro para luz azul de los lentes intraoculares y aéreos para mejorar la salud visual? Una revisión sistemática de la literatura . *Revista Mexicana de Oftalmología*, 23-38. doi: 10.24875/RMO.M20000104.
- Downie, L., Busija, L., & Keller, P. (2018). Blue-light filtering intraocular lenses (IOLs) for protecting macular health. *Cochrane Database Syst Rev*, doi:10.1002/14651858.CD011977.pub2.
- Fernández, M. d., Martínez, A., Arriarán, E., Gutiérrez, D., Toriz, H. A., & Lifshitz, A. (2016). Uso de los MeSH: una guía práctica. *Investigación en Educación Médica*, 220-229.
- García, V. J. (2017). Luz azul: de las evidencias científicas a la atención del cliente . *International Review of Ophthalmic Optics*, 88-94.
- Grijalva, P., Cornejo, G., Raquel, G., & Fernández, A. (2019). Herramientas colaborativas para revisiones sistemáticas. *Revista Espacios*, 1-10.
- Hanifin, J. (2015). *Circadian, Neuroendocrine and Neurobehavioral Effects of Polychromatic Light in Humans*. Thomas Jefferson University.
- Henao, F., & Nieto, L. P. (2017). *Diagnóstico integral de condiciones de trabajo y salud*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Jaadane, I., Boulenguez, P., Chahory, S., Carré, S., Savoldelli, M., Jonet, L., . . . Torriglia, A. (2015). Retinal damage induced by commercial light emitting diodes (LEDs).

- Free Radical Biology and Medicine*, 373-384: doi:
0.1016/j.freeradbiomed.2015.03.034.
- Jaiswal, S., Asper, L., Long, J., Lee, A., Harrison, K., & Golebiowski, B. (2019). Ocular and visual discomfort associated with smartphones, tablets and computers: what we do and do not know. *Clinical and Experimental Optometry*, 463-477.
doi:10.1111/cxo.12851.
- Lawrenson, J. G., Hull, C. C., & Downie, L. E. (2017). The effect of blue-light blocking spectacle lenses on visual performance, macular health and the sleep-wake cycle: a systematic review of the literature. *Ophthalmic Physiological Optics*, 644-654. doi:
org/10.1111/opo.12406Citations: 30.
- Leid, J. (2016). Luz azul: ¿cuales son los riesgos para los ojos? *International Review of Ophthalmic Optics -Points de Vue*, 1-17.
- Leung, T. W., Li, W.-H. R., & Kee, C.-S. (2017). Blue-Light Filtering Spectacle Lenses: Optical and Clinical Performances. *Clinical Performances.*,
doi:10.1371/journal.pone.0169114.
- Lin, C.-W., Yang, C.-M., & Yang, C.-H. (2019). Effects of the Emitted Light Spectrum of Liquid Crystal Displays on Light-Induced Retinal Photoreceptor Cell Damage. *International Journal of Molecular Sciences*, doi.org/10.3390/ijms20092318.
- Luna, E., & Puente, L. E. (2020). La tecnología como una forma de vida y de trabajo. *Heterogeneidad laboral: desarrollo regional e inclusión social*, 123-144.
- Luque, J. (2012). Espectro electromagnético y espectro radioeléctrico. *Manual Formativo de Acta*, 17-31.

- Majid, M., Rostam, G., Reza, K., & Rashid, H. (2017). The Effect of Blue-Enriched White Light on Cognitive Performances and Sleepiness of Night-Shift Workers: A Field Study. *Physiology & Behavior*, 208-214. : doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.05.008.
- Marek, V., Reboussin, E., Dégardin, J., Charbonnier, A., Domínguez, A., Villette, T., . . . Parsadaniantz, S. M. (2019). Implication of Melanopsin and Trigeminal Neural Pathways in Blue Light Photosensitivity in vivo. *Frontiers Neuroscience*, 1-20: doi/10.3389/fnins.2019.00497.
- Modenese, A., & Gobba, F. (2019). Macular degeneration and occupational risk factors: a systematic review. *Int Arch Occup Environ Health*, 1-11. doi: 10.1007/s00420-018-1355-y.
- Modonese, A., & Gobba, F. (2019). Macular degeneration and occupational risk factors: a systematic review. *Int Arch Occup Environ Health*, 1-11. doi: 10.1007/s00420-018-1355-y.
- Molina, J. M., Carbonell, J. F., Rodriguez, J. M., Vidiella, J. M., & López, C. (2017). Revisión sistemática sobre las alteraciones óculo-visuales y músculo-esqueléticas asociadas al trabajo con pantallas de visualización de datos. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 167-205.
- O'Hagan, J., Khazova, M., & Price, L. (2016). Low-energy light bulbs, computers, tablets and the blue light hazard. *Eye*, 230-233.
- Peréz, d. T., & Baéz, J. (2014). *El método cualitativo de investigación desde la perspectiva de marketing: el caso de las universidades públicas de Madrid*. Madrid: Tesis Doctoral.

- Ramírez, M. S., & García, F. J. (2018). Co-creación e innovación abierta: Revisión sistemática de literatura. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, 9-18. doi: DOI: org/10.3916/C54-2018-01.
- Ramos, M. (2016). Exposición a pantallas en la actualidad. *Universidad de Sevilla*, 1-40.
- Ranasinghe, P., Wathurapatha, W. S., Perera, Y. S., Lamabadusuriya, D. A., Kulatunga, S., Jayawardana, N., & Katulanda, P. (2016). Computer vision syndrome among computer office workers in a developing country: an evaluation of prevalence and risk factors. *BMC Research Notes*, doi: 10.1186/s13104-016-1962-1.
- Recines, C. P., & Lozada, M. M. (2019). *Niveles de iluminación en puestos de trabajo de una EPS del regimen contributivo de Santiago de Cali para el año 2019*. Santiago de Cali: Universidad Santiago de Cali.
- Tao, J.-X., Zhou, W.-C., & Zhu, X.-G. (2019). Mitochondria as Potential Targets and Initiators of the Blue Light Hazard to the Retina. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1-20. doi: org/10.1155/2019/6435364.
- Taverne, M. (2020). Efectos de las pantallas sobre la visión humana: posibles daños irreparables y consecuencias psico-fisiológicas. 1-6.
- Tejedor, J. V., Marchena, M., Ramírez, L., García, D., Gómez, V., Sánchez, C., . . . Germain, F. (2018). Removal of the blue component of light significantly decreases retinal damage after high intensity exposure. *PLoS ONE*, 3-18. doi:org/10.1371/journal.pone.0194218.
- Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clinica*, 507-511. doi:10.1016/j.medcli.2010.01.015.

Walh, S., Engelhardt, M., Schaupp, P., Lappe, C., & Ivanov, I. V. (2019). The Inner clock-Blue Light Sets the Human Rhythm. *J. Biophotonics*, doi: 10.1002/jbio.201900102.

West, K. E., Jablonski, M. R., Warfield, B., Cecil, K. S., James, M., Ayers, M. A., . . . Brainard, G. C. (2011). Blue light from light-emitting diodes elicits a dose-dependent suppression of melatonin in humans. *J Appl Physiol*, 619–626: doi.org/10.1152/jappphysiol.01413.2009.

Zhao, Z.-C., Zhou, Y., Tan, G., & Li, J. (2018). Research progress about the effect and prevention of blue light on eyes. *International Journal of Ophthalmology*, 1999-2003. doi: 10.18240/ijo.2018.12.20.