



DOI: <https://doi.org/10.46296/yc.v10i19.0993>

PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO DEL SÍNDROME DE FATIGA VISUAL DIGITAL Y ASTENOPIA OCUPACIONAL EN PROFESIONALES DE LA ODONTOLOGÍA. REVISIÓN SISTEMÁTICA

PREVALENCE AND RISK FACTORS OF DIGITAL EYE STRAIN AND OCCUPATIONAL ASTHENOPIA AMONG DENTAL PROFESSIONALS: A SYSTEMATIC REVIEW

Orna-Carguacundo Verónica Gabriela ¹; Cantos-Jiménez Mélaney Germania ²; Capelo-Latorre Carmen Rocío ³; Llori-Otero Kathy Marilou ⁴; Rivera-Guaraca Jennifer Sofía ⁵

¹ Investigadora Independiente. Ecuador.

Correo: veronica.orna1114@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-1930-8941>

² Investigadora Independiente. Ecuador.

Correo: melanycantosj@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-6913-2218>

³ Investigadora Independiente. Ecuador.

Correo: capelocarmen6@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-1156-6283>

⁴ Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Correo: klori@unach.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7204-9933>

⁵ Investigadora Independiente. Ecuador.

Correo: sofiar-2000@hotmail.es. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-5731-0795>

Resumen

En todo el planeta, la odontología se considera una profesión de alto riesgo. Los estudios muestran que los dentistas enfrentan problemas de salud más graves que otros profesionales médicos. Los profesionales dentales están constantemente expuestos a diversos tipos de peligros, incluidos la iluminación que puede causar problemas de visión. Objetivo: Identificar las alteraciones visuales por exposición de las diferentes fuentes de luz en el entorno odontológico. Metodología: Revisión bibliográfica de tipo cualitativo, descriptivo, transversal y retrospectivo, que se fundamentó en la metodología PRISMA para la recopilación de los artículos científicos utilizados, mismos que se buscaron mediante cadenas de búsqueda avanzada en las bases de datos online PUBMED, Wiley, LILACS, SCIELO Y SCIENCE DIRECT, además se establecieron criterios de inclusión y exclusión para reducir riesgo de sesgo de información. Resultados: Se determinó que en el entorno odontológico el personal está expuesto a la luz violeta y la luz azul, la primera presentando un rango de espectro de 380 a 450 nm, que puede alcanzar la retina afectando al ojo. Mientras que la luz azul tiene un rango de espectro de 450 a 459 nm, haciendo que los fotones azules tengan más energía que los UV, por lo que se considera más peligrosa para la visión. Conclusiones: Se concluyó que las alteraciones visuales causadas por la exposición a las diferentes fuentes de luz en el entorno odontológico, identificándose que en el consultorio dental se hace uso de unidades de fotopolimerización, luces LED, láseres de argón, láseres de diodos y lámparas de arco de plasma que emiten luz azul la cual es un grave problema, ya que el estar expuesto a mucha luz azul durante largos periodos de tiempo puede tener un efecto negativo en nuestra salud, principalmente en la visión causando una dolorosa inflamación de la conjuntiva y la córnea, también puede causar daños en el cristalino y especialmente en la retina, además de fatiga, dolor de los ojos, síndrome del ojo seco, glaucoma y queratitis. Por lo tanto, el estudio de la luz azul es fundamental para cuidar la visión del personal de odontología.

Palabras claves: Odontología, Luz, Longitud de onda, Enfermedades, Ojo humano.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 15 de junio de 2026.

Fecha de aceptación: 18 de agosto de 2026.

Fecha de publicación: 17 de septiembre de 2026.



Abstract

Across the globe, dentistry is considered a high-risk profession. Studies show that dentists face more serious health problems than other medical professionals. Dental professionals are constantly exposed to various types of hazards, including lighting that can cause vision problems. Objective: To identify visual disturbances due to exposure to different light sources in the dental environment. Methodology: A qualitative, descriptive, cross-sectional and retrospective literature review based on the PRISMA methodology for the compilation of the scientific articles used, which were searched by means of advanced search strings in the online databases PUBMED, Wiley, LILACS, SCIELO and SCIENCE DIRECT, and inclusion and exclusion criteria were established to reduce the risk of information bias. Results: It was determined that in the dental environment the personnel are exposed to violet and blue light, the former having a spectrum range of 380 to 450 nm, which can reach the retina affecting the eye. While blue light has a spectrum range of 450 to 459 nm, making blue photons have more energy than UV, so it is considered more dangerous for vision. Conclusions: It was concluded that visual disturbances caused by exposure to different light sources in the dental environment, identifying that in the dental office is made use of photopolymerization units, LED lights, argon lasers, diode lasers and plasma arc lamps that emit blue light which is a serious problem, since being exposed to a lot of blue light for long periods of time can have a negative effect on our health, mainly on vision causing painful inflammation of the conjunctiva and cornea, it can also cause damage to the crystalline lens and especially the retina, as well as fatigue, eye pain, dry eye syndrome, glaucoma and keratitis. Therefore, the study of blue light is fundamental to take care of the vision of dental personnel.

Keywords: Dentistry, Light, Wavelength, Diseases, Human eye.

1. Introducción

El derecho a la vida, la protección y prevención de la salud es el fundamento de las responsabilidades permanentes de la humanidad, por lo que, el progreso científico y tecnológico proporciona una vida mejor, aunque el uso arbitrario e irreflexivo de este conocimiento lo pondrá en grave peligro, por lo tanto, durante los últimos 60 años, la seguridad ha sido un tema de gran interés en la sociedad de muchos países (1).

En todo el planeta, la odontología se considera una profesión de alto riesgo. Los estudios muestran que los dentistas enfrentan problemas de

salud más graves que otros profesionales médicos (2). Los profesionales dentales están constantemente expuestos a diversos tipos de peligros, incluidos productos químicos, estrés físico y psicológico, así como violencia ocupacional, biológica y ergonómica (3). La radiación, el ruido y la iluminación insuficiente son los principales factores que crean riesgos físicos en las clínicas dentales (4).

Al respecto, la luz puede afligir la salud humana mediante sistemas visuales y no visuales que se producen en la retina del ojo o en forma de radiación óptica que trasgrede sobre el ojo o la piel. Las



mismas condiciones de iluminación pueden tener efectos muy diferentes en la salud de diferentes personas según su edad y enfermedades relacionadas con la edad. En conjunto, estos factores significan que se debe tener precaución al evaluar la veracidad e idoneidad de las afirmaciones generales sobre los beneficios de la iluminación para la salud humana (5).

La Iluminación es un factor que afecta la salud, por defecto, puede provocar miopía, lagrimeo, fatiga visual, congestión conjuntival y debilidad muscular. Por otro lado, demasiada luz puede provocar una retinopatía macular central y permanente; Se sabe que la luz halógena es dañina para los ojos porque tiene un rango de longitud de onda que no se ve atenuado por el filtro natural del ojo (1).

La cantidad total de longitud de onda que recibe el ojo humano puede provocar daño ocular, lo que insinúa que la intensidad de la luz está relacionada con la duración necesaria para causar algún daño. Podemos sustituir la exposición prolongada a la luz utilizando luz de menor intensidad (6). El color puede

desencadenar respuestas fisiológicas y psicológicas, y las investigaciones muestran que la iluminación de colores puede tener un efecto positivo en el comportamiento y la capacidad de concentración de las personas (7).

Por otra parte, el dentista debe ser consciente de que la seguridad del tratamiento es tan importante como la prevención y el mantenimiento de su salud y la de sus asistentes, ya que toda actividad profesional está asociada a riesgos inherentes a la salud, uno de los índices de prevalencia más altos se encuentra en la odontología, ya que, las personas sufren enfermedades oculares o discapacidad visual (8).

La práctica odontológica está asociada a riesgos y estos se tienen en cuenta desde el inicio del trabajo, por ello, en la carrera de odontólogo se pone gran énfasis en la formación de habilidades y competencias de los estudiantes, que les permitan ejercer con seguridad en su vida laboral con el fin de evitar contraer enfermedades profesionales (1).

Las lesiones oculares se han convertido en un problema social entre los profesionales dentistas. La

literatura sugiere que la incidencia de lesiones oculares dentales puede estar relacionada con partículas dentales duras como tejido dental, cálculos, salpicaduras de sangre, gotas químicas y los distintos tipos de iluminación que se utilizan en el consultorio dental (14).

Las lesiones oculares son comunes en el entorno laboral. NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional) estima que aproximadamente 2.000 trabajadores estadounidenses sufren lesiones oculares en el trabajo cada día que requieren tratamiento. Aproximadamente un tercio de esas lesiones fueron tratadas en las salas de emergencia de los hospitales, y más de 100 de esas lesiones resultaron en uno o más días de ausencia del trabajo (9).

Los dispositivos digitales que usan tecnología LED, como también otras fuentes de luz artificial, exponen al personal odontológico a la radiación azul artificial digital todos los días. Debido a que el espectro UV está cerca de la retina, puede ser latentemente dañino para el ojo humano por las longitudes de onda de mayor energía y al alto potencial de dañar el tejido ocular (15).

Al respecto, el estar expuesto a la luz azul genera reacciones fotoquímicas en gran parte de los tejidos del ojo, principalmente en la córnea, la retina y el cristalino. Investigaciones in vitro e in vivo han identificado que determinados grados de exposición a la luz azul (de acuerdo a la longitud de onda o la intensidad) tienen una probabilidad de generar daños temporales o permanentes en algunas estructuras del ojo, principalmente la retina (11).

Aunque los cambios en la visión y los ojos relacionados con el trabajo han disminuido durante la última década, siguen siendo motivo de preocupación debido a los riesgos que plantean y la amenaza constante a la visión y la salud ocular de las personas en el lugar de trabajo. Según los informes, estos peligros aumentan para los trabajadores de odontología cuando realizan tareas que implican manipulación de materiales y operaciones mecánicas expuestas a altas temperaturas o luces led (16).

Los peligros oculares que plantean las unidades de lámpara de polimerización usadas en la práctica odontológica pueden afectar el desempeño de los profesionales (6).



Los dentistas necesitan cualidades como resolución de problemas, liderazgo, comunicación, flexibilidad y capacidad de gestión, por lo que, la falta de estas cualidades como los problema visuales pueden afectar su desempeño (14).

Alasiri et al. en su investigación "Peligros oculares de las unidades de fotopolimerización utilizadas en la práctica odontológica" se plantearon describir los posibles riesgos oculares que plantean los diferentes sistemas de unidades de fotocurado utilizados principalmente en las clínicas dentales, los autores utilizaron una metodología de revisión bibliográfica fundamentada en las directrices PRISMA y como herramientas de búsqueda se tuvo a las bases de datos en línea PubMed y Google Scholar, como resultados los autores identificaron que la dosis total de longitud de onda recibida que causa daño ocular propone que la intensidad de la luz está relacionada con la duración requerida para producir algún grado de daño, y que se puede reemplazar exposiciones lumínicas más prolongadas utilizando luces de menor intensidad, como conclusión los autore mencionan que no se

recomienda mirar de forma directa a la fuente de luz, y en el consultorio dental se tiene que seguir rigurosamente los tiempos y distancias de exposición segura recomendados para pacientes, operadores y asistentes (6).

Yoshino y Yoshida en su investigación "Efectos de la irradiación de luz azul durante el tratamiento dental" se plantearon identificar los efectos que la luz puede causar en los profesionales odontológicos, para ello los autores realizaron una revisión bibliográfica narrativa donde analizaron la información más relevante y actual sobre el tema de estudio, como resultado principal determinaron que la luz azul gerenta daños oculares y las lesiones no térmicas producidas por el llamado "peligro de la luz azul", los autores concluyen que la luz azul procedente de diversas fuentes de luz puede causar muchos problemas fisiológicos, comprendida la fototoxicidad (12)

En los humanos, los ojos representan sólo el 0,1% de la superficie corporal total, sin embargo, la visión es uno de los principales medios de interacción

con el medio ambiente, por lo que su pérdida es una situación estresante, especialmente si es causada por una lesión ocular, porque aparece repentina e inesperadamente (19).

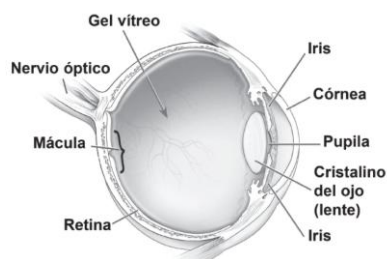
Los ojos son el órgano básico del cuerpo humano, pero muchas veces se los ignora. A través de ellos se percibe el mundo, los colores, las formas y los tamaños. La discapacidad visual es causada principalmente por la exposición a corto plazo a luz brillante y la exposición prolongada a luz de intensidad media durante largas horas de trabajo provenientes de las diversas lámparas de curado que se utilizan todos los días (10).

El trauma ocular se define como cualquier lesión o serie de lesiones del globo ocular y sus apéndices resultantes de un ataque mecánico, físico o químico que puede o no resultar en complicaciones anatómicas y/o funcionales. Se estima que cada año se producen

casi 500.000 lesiones oculares, con mayor frecuencia en adultos y pacientes menores de 25 años, y la mayoría afecta a la retina (19).

El sistema visual consta de varios elementos: el globo ocular, los apéndices y músculos extraoculares y la vía óptica (la conexión entre el ojo y el cerebro) (20). Los ojos (o globos) son un par de órganos sensoriales altamente especializados ubicados en las órbitas, donde, la información visual ingresa en forma de señales electromagnéticas, mismas que, son recibidas por los fotorreceptores de la retina y convertidas en impulsos nerviosos, que luego se transmiten a través de la vía visual hasta la corteza visual, donde se lleva a cabo la percepción sensorial y la interpretación de la imagen, tomando forma elementos como forma, profundidad, color y movimiento (21). En la figura 1 se pueden ver las partes del globo ocular.

Figura 1. Partes del globo ocular



Fuente: Obtenido de NIH (22)



Por otra parte, en la tabla 1 se presentan las definiciones de las partes del globo ocular.

Tabla 1. Partes del globo ocular

Parte	Definición
Córnea	La córnea es la capa clara que está sobre el ojo. La córnea protege al ojo y ayuda a enfocar la luz.
Cristalino del ojo (lente)	El cristalino es la parte clara del ojo detrás del iris. Este lente ayuda a enfocar la luz y las imágenes en la retina.
Gel vítreo	El vítreo es como una gelatina clara y sin color. Se encuentra entre el lente y la retina. El vítreo llena dos tercios de la parte de atrás del globo del ojo.
Iris	El iris es la parte que da color al ojo y ajusta el tamaño de la pupila. El iris regula la cantidad de luz que entra al ojo.
Mácula	La mácula es la pequeña zona sensible de la retina. Es responsable de la visión central y también ayuda a ver los detalles pequeños.
Nervio óptico	El nervio óptico es el nervio sensorial más grande del ojo. Este nervio es el que manda impulsos visuales desde la retina hasta el cerebro.
Pupila	La pupila es el agujero redondo en el centro del iris. La pupila se achica o agranda dependiendo de la cantidad de luz que le entra al ojo.
Retina	La retina es el tejido en la parte de atrás del ojo. La retina es sensible a la luz, ya que la convierte en impulsos eléctricos. Luego, estos impulsos son enviados al cerebro a través del nervio óptico

Fuente: Adaptado de NIH (22)

Iluminación

Hace más de 30 años, se introdujeron los sistemas de fotopolimerización en el mercado de las resinas dentales. La primera fuente de luz utilizada en odontología para la fotoactivación fueron las lámparas ultravioletas en la década de 1970, pero pronto fueron reemplazadas por lámparas halógenas. mediados de los 80 (23).

Al principio estas luces emitían sólo luz ultravioleta invisible, pero pronto fueron reemplazadas por los sistemas de luz azul visible que conocemos hoy. Las lámparas de

polimerización actualmente se diseñan cambiando su espectro de luz. La forma ergonómica y su capacidad de polimerizar en un esfuerzo por mejorar la calidad de fotocurado de la resina son sin duda uno de los materiales más importantes en odontología actual, ya que son adhesivos y estéticamente agradables (24).

Tipos de Iluminación

En la odontología se utilizan varios instrumentos electrónicos que benefician la luz en diferentes niveles de espectro electromagnético, se emplean en tratamientos como

fotopolimerización de resinas, selladores de fosas y fisuras, restauraciones indirectas, cementaciones, blanqueamientos dentales, entre otras aplicaciones dentales. Los odontólogos hoy en día se respaldan en fuentes de luz halógena, láser, plasma y LED para simplificar los mencionados procedimientos (25).

Lámparas halógenas

La primera fuente de luz es una lámpara halógena con una longitud de onda de 400 a 550 nm y una intensidad de aprox. 400 a 800 mw/cm² (15) cubriendo fenilenpropanodiona (PPD). y camparquinona. Una de las desventajas de esta lámpara es la vida limitada de 40 a 100 horas, debido a que su estructura se deteriorará rápidamente por la alta temperatura que emite, y no tomará mucho tiempo (26).

La lámpara halógena utiliza una lámpara halógena de tungsteno para emitir luz blanca brillante que se absorbe por un filtro de longitud de onda y emite luz azul, lo que le permite activar eficazmente el fotoiniciador en la resina dental. Por tanto, se utilizan principalmente en

odontología para varios procesos relacionados con la restauración dental. Las principales características de las lámparas halógenas incluyen un sistema de autodiagnóstico, un indicador de vida útil de la lámpara, una pantalla LCD incorporada con radiómetro, varios modos de selección de tiempo y un sonido que indica el final del proceso de curado (27).

Lámparas de plasma

Lámpara de plasma también conocido en inglés como Xenon Arc Lamps Pac, son dispositivos que producen potenciales extremadamente altos entre dos electrodos de tungsteno colocados en una cámara. El gas inerte (xenón) se ionizará y se reflejará en la cámara, produciendo así una intensidad de hasta 2400 mW/haz de radiación concentrada cm². El propósito de introducir estos dispositivos es acortar el tiempo de exposición y lograr una polimerización más profunda (28).

Estos dispositivos crean un potencial eléctrico extremadamente alto entre dos electrodos de tungsteno colocados en una cámara donde un gas noble (xenón) se ioniza y refleja,



creando un haz concentrado de radiación con una intensidad de hasta 2400 mW/. centímetro cuadrado (24).

Su principal desventaja es la alta intensidad, por lo que se recomienda fotopolimerizar de 2 mm de espesor durante 3 a 5 segundos para no generar demasiado calor. Otras desventajas incluyen su ruido, precio y gran tamaño, que los hacen imposibles de transportar, por lo que en los últimos años su uso se ha vuelto menos popular (29).

Lámparas LED

La mayoría de los consultorios dentales utilizan lámparas de polimerización LED. El umbral de intensidad luminosa para este tipo de lámparas llega a los 1600 mW/cm², pero en algunos casos sólo tiene una intensidad luminosa aceptable. La intensidad de la luz de la lámpara de polimerización disminuirá con la frecuencia de uso, por lo que las inspecciones periódicas y el mantenimiento preventivo son importantes para cumplir con los estándares establecidos en los procedimientos anteriores (30).

Las luces LED (diodos emisores de luz) funcionan a través de diodos semiconductores que emiten luz cuando la corriente pasa a través de ellos. Una de las ventajas de estas lámparas es su bajo consumo de energía y baja producción de calor en comparación con otros dispositivos de fotopolimerización. Su utilidad radica en 1000 horas, pueden ser inalámbricos y prácticamente silenciosos, además duran más y cuestan menos que las bombillas halógenas (27).

La primera generación de lámparas LED emitía una radiación muy intensa en comparación con las bombillas halógenas, por lo que incluyeron disipadores de calor y nuevas placas más planas y más pequeñas para ayudar a optimar la salida de luz y maximizar la disipación de calor. En 2002 se lanzaron al mercado la segunda generación lámparas de con una intensidad de 500 a 1400 mW/cm y un rango de longitud de onda de 420 a 490 nm (26).

La tercera generación, aparecida en 2004, también se conoce como “polywave” y su intensidad es de hasta 3200 mW/cm² en algunos

modelos, dependiendo del modo elegido por el operador. Estas lámparas cuentan con disímiles esquemas de distribución para el uso simultáneo de luz UV y chips LED, proporcionando longitudes de onda más largas. Cabe señalar que los métodos de distribución varían de una marca a otra (31).

No es ningún secreto que las luces LED se diferencian de las luces tradicionales en que emiten una

mayor parte de la longitud de onda azul y, por tanto, pueden provocar daños oculares. Las investigaciones muestran que la luz, especialmente la luz azul, puede causar daño a la retina de los ojos (25).

Comparación de las diferentes lámparas

En la tabla 1 se presentan las principales características de las lámparas usadas en odontología:

Tabla 2. Tipos de lámparas de fotocurado

Tipos de lámparas	Lámpara halógena	Lámpara de arco de plasma	Lámpara láser	Lámpara L.E.D
Características	Han sido unidades estándar por varios años.10Intensidad de luz de 0.4 a 1.1 W/cm2	Inicialmente de-sarrolladas para ahorrar tiempo de irradiación., 17Producen una potencia de 2000 mW/cm2	Emiten una gran concentración de calor en un área pequeña	Mayor eficiencia de fotopolimerización, en comparación con otras lámparas disponibles en el mercado
Longitud de onda	Entre 370 y 550 nm, con picos entre los 470 y 490 nm	Entre 380 y 500 nm	Entre 450 y 500 nm	Entre 400 y 500 nm, con un pico de 468 nm
Ventajas	Desarrolladas con el fin de suplir los efectos negativos de las fuentes lumí-nicas en base a luz ultravioleta	Los fabricantes recomiendan 3 segundos de expo-sición al material	Baja producción de rayos infrarrojos. Genera menos calor a los tejidos dentarios	Vida útil de más 10 000 horas, ex-perimentado poca degradación.13Consumen poca energía mientras están en uso
Desventajas	Ineficiencia en la generación alta de calor por lo que traen incorporado en su estructura un ventilador mecánico.10, 11Vida útil limitada de 100 horas.13Requiere un filtro para limitar la lon-gitud de onda y de esta manera ajus-tarse a la absorción del fotoiniciador.	No todos los materiales son sensibles a esta fuente lumínica. Requiere un filtro para reducir la longitud de onda a un espectro que abarque entre los 400 y 500 nm.	Su uso es muy cuestionado debido a la dificultad para polimerizar dado a que su espectro de luz está sobre el pico de excitación de los fotoiniciado-res	La luz azul emitida es muy intensa, dañando los fotorreceptores gravemente

Fuente: Adaptado de Romero et al. (25).



Alteraciones visuales

Los ojos del personal dental se exponen fácilmente a niveles peligrosos de radiación acumulativa debido al uso de lámparas de polimerización. Por lo tanto, se debe considerar la protección ocular ante posibles daños que puedan afectar negativamente al campo de visión, ya que, estos son los aspectos más importantes del daño biológico (25).

Todas las luces de curación dental pueden causar daños oculares debido a la luz azul que emiten. Este peligro de luz azul es superior a 440 nm, que se encuentra en el rango de salida de las unidades de curación dentales. Los dentistas deben comprender y utilizar medidas de protección adecuadas para protegerse contra esta amenaza, ya que son responsables de proteger a los pacientes y al personal, debido a que, la luz azul viaja a través del entorno del ojo y es absorbida por la retina (26).

El "peligro de la luz azul" hace referencia al daño fotoquímico en la retina provocado por radiación electromagnética de onda corta de 400 a 500 nanómetros, siendo la

longitud de onda más dañina de 420 a 455 nanómetros. Estas son las longitudes de onda electromagnéticas emitidas por la mayoría de las LCU dentales. No obstante, la luz azul rodea y ayuda a regular los ritmos circadianos, los estudios en animales muestran que la exposición prolongada a una luz azul excesiva puede provocar daños en los ojos (13).

Ergonomía visual

En su trabajo diario, los dentistas tienen la gran responsabilidad de realizar tratamientos de alta precisión en un ámbito relativamente pequeño, lo que a su vez requiere fuerza adecuada y movimientos finos apropiados, por lo que las posiciones inapropiadas son comunes, ya que, las medidas utilizadas crean un alto riesgo de enfermedades profesionales (32).

Por lo tanto, la ergonomía juega un papel sumamente importante en la práctica clínica de la odontología para mantener la salud de los dentistas. Conocer y aplicar normas ergonómicas puede ayudar a prevenir enfermedades profesionales específicas de la naturaleza del trabajo (32).

La ergonomía visual, por su parte, se encarga de la creación de un conjunto de medidas cuya finalidad es adaptar el entorno de trabajo a las necesidades visuales del individuo y prevenir patologías oculares, mantener un confort visual óptimo y conseguir el máximo rendimiento visual (33).

Factores principales que intervienen en la ergonomía visual

Estos son (33):

- Las posturas corporales y los movimientos llevados a cabo en el área de trabajo.
- El nivel de concentración y precisión que requiera la tarea.
- El tiempo empleado.
- La iluminación.
- El contraste de los detalles
- El tamaño del objeto.

Además, los efectos secundarios de no conservar una correcta ergonomía visual son principalmente (33):

- **Visión borrosa:** La visión borrosa comúnmente es el síntoma visual más común. Esto suele corresponder a una disminución gradual de la claridad y la agudeza visual. Los

pacientes con defectos menores del campo visual (por ejemplo, causados por pequeños desprendimientos de retina) pueden representar sus síntomas como visión borrosa (34).

- **Fatiga visual (astenopia):** La fatiga visual, también conocida como síndrome de fatiga ocular o síndrome de fatiga ocular, es un grupo de enfermedades provocadas por la sobrecarga de las estructuras del ojo tras realizar tareas visuales (tanto de cerca como de lejos) durante un tiempo prolongado sin interrupción (34).
- **Reducción del rendimiento visual:** Si la pérdida de visión ocurre en cuestión de minutos o días, generalmente se considera pérdida de visión aguda. Puede afectar a uno o ambos ojos y a todo o parte del campo visual (34).
- **Desarrollo de errores refractivos (miopía y astigmatismo tensional):** El astigmatismo es un problema de visión causado por dos curvaturas diferentes de la córnea, que crean dos puntos focales en la retina, lo que



resulta en una visión borrosa. Este error de refracción puede ser congénito o estar relacionado con el estrés (34).

- **Dolor de cabeza:** El dolor puede presentarse como un dolor agudo, sordo o punzante y debe diferenciarse de una irritación superficial o una sensación de cuerpo extraño. En algunas enfermedades, la luz brillante suele aumentar el dolor. Muchas causas de este dolor también pueden provocar ojos rojos (34).
- **Irritación y sequedad ocular:** El ojo rojo se refiere al color rojo de un ojo abierto, que refleja la dilatación de los vasos sanguíneos en la superficie del ojo (34).

2. Metodología

El presente trabajo de investigación se buscó cumplir con las directrices de la declaración PRISMA 2020, la cual es una guía actualizada para la publicación de revisiones, en donde se incluyen los requisitos y pasos que se tienen que cumplir para poder redactar publicaciones científicas, además de establecer los requerimientos para identificar,

evaluar, seleccionar y sintetizar información de estudios científicos (35). Dentro de la metodología para poder establecer las palabras claves se utilizó la estrategia, siendo la pregunta: ¿Las diferentes fuentes de luz en el entorno odontológico se asocian con el desarrollo de problemas visuales en estudiantes y profesionales odontólogos?, misma que se desglosa de la forma siguiente: PICO “P” (población); estudiantes y profesionales de odontología, “I” (intervención); exposición a fuentes de luz en el entorno odontológico, “C” (comparación); exposición a otras fuentes de riesgo “O” (Outcomes) desarrollo de problemas visuales.

La información a resaltar está sujeta campo de la odontología y ergonomía, entre la información incluida en el desarrollo se destacan las bases de datos online: PubMed, SciElo, ScienceDirect y Google Académico. Se consideró un periodo de búsqueda entre los años 2014 a 2024. Además, esta investigación fue diseñada de forma organizada para responder a la variable dependiente (Fuentes de luz) y a la variable independiente (Problemas visuales).

Pregunta PICO

¿Las diferentes fuentes de luz en el entorno odontológico se asocian con

el desarrollo de problemas visuales en estudiantes y profesionales odontólogos?

Tabla 3. Estrategia PICO

Formato Pico		Palabras Clave
Población	Estudiantes y profesionales de odontología.	Odontólogos Profesionales de odontología
Intervención	Exposición a fuentes de luz en el entorno odontológico	Fuentes de luz Riesgos Físicos Entorno odontológico
Comparación	Exposición a otras fuentes de riesgo	Láseres Bacterias
Outcomes-Resultados	Prevalencia y factores que inciden en el desarrollo de problemas visuales	Prevalencia Factores de riesgo Problemas visuales

Elaborado por: Investigadores Independientes

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios fueron los siguientes:

Criterios de inclusión

- Artículos que tratan sobre los efectos que tienen las diferentes fuentes de luz que se usan en el entorno odontológico en el desarrollo de problemas visuales en estudiantes y profesionales odontólogos.
- Artículos publicados desde el 2014 hasta el 2025.
- Artículos redactados en idioma inglés y español.
- Artículos científicos cuyo factor de impacto SJR (Scimago Journal Ranking) y promedio de conteo de citas ACC (Average Count Citation) sean superados

del mínimo establecido, valores que garantizan la calidad del contenido literario de cada uno de los artículos científicos.

Criterios exclusión

- Artículos que tratan sobre los efectos de otros equipos no lumínicos que se usan en el entorno odontológico en el desarrollo de problemas visuales en estudiantes y profesionales odontólogos.
- Artículos que traten de otros efectos no visuales que tienen las diferentes fuentes de luz que se usan en el entorno odontológico en estudiantes y profesionales odontólogos.
- Artículos publicados antes del 2014.



- Artículos redactados en un idioma diferente al inglés y español.
- Artículos de bases de datos científicas que no aporten con información relevante y destacada sobre el tema planteado en esta investigación

La presente investigación fue tipo cualitativo debido que se requirió de un proceso de recopilación y análisis de datos no numéricos sobre los efectos que tienen las diferentes fuentes de luz utilizadas en el entorno odontológico en el desarrollo de problemas visuales en estudiantes y profesionales odontólogos, y con ello poder comprender hallazgos, opiniones o conclusiones de diferentes autores, y así alcanzar los objetivos previamente establecidos.

Conjuntamente, la investigación fue descriptiva, ya que, su meta principal fue describir cuales de qué forma las luces presentes en el entorno odontológico afectan a la visión de los odontólogos y con ello poder entender los aspectos más relevantes sobre el problema mencionado y poder redactar conclusiones que favorezcan a

incrementar los conocimientos odontológicos.

Se utilizó el tipo de revisión transversal en el periodo de 2023-2024, ya que se llevó a cabo una evaluación crítica de la literatura científica relacionada con el tema de estudio, donde se recolectaron artículos científicos en las bases de datos científicas: PUBMED, Wiley, LILACS, SCIELO Y SCIENCE DIRECT y publicados en el periodo 2014 a 2024.

Además, se utilizó el tipo de estudio retrospectivo, debido a que la presente revisión se basó en el estudio de acontecimientos ya ocurridos, específicamente en el análisis y estudio de artículos científicos previamente realizados que trataban sobre los riesgos oculares que se pueden presentar por el uso de luces del en el entorno odontológico.

Procedimiento de la recuperación de la información y fuentes documentales

El registro de investigación se identificó mediante el análisis de artículos científicos encontrados en las bases científicas online,

PUBMED, Wiley, LILACS, SCIELO Y SCIENCE DIRECT entre 2014 y 2025, con el fin de obtener información más reciente sobre riesgos oculares y múltiples fuentes de luz del entorno odontológico.

Además, los artículos científicos que han sido elegidos tienen cuartiles que van entre Q1 y Q4, y presentan información que se asocia a la calidad de la información y el impacto que tendrá la investigación en el contexto de riesgos oculares y las fuentes de luz a las que están sometidos los odontólogos durante su jornada laboral.

El proceso de búsqueda inició con la creación de cadenas de búsqueda avanzada, mismas que utilizaron operadores booleanos "AND, OR," que se combinaron con ciertas palabras clave como; odontólogos, profesionales de odontología, fuentes de luz, riesgos físicos, entorno odontológico, prevalecía, factores de riesgo y problemas visuales.

El proceso de búsqueda inició con la búsqueda en las bases de datos mencionadas previamente. Posteriormente, los artículos resultantes se sometieron a un

proceso de cribado, que inició por la lectura del título donde se descartaron los que no tengan nada que ver con el tema de investigación.

A continuación, en los artículos resultantes se leyó su resumen, donde se eliminaron las investigaciones con información no relevante. Para continuar con la lectura del artículo en su totalidad, descartando investigaciones cuya metodología y resultados no estaban claramente definidos, seguidamente se tabuló de acuerdo al autor, población, método, intervención, resultados y aportes la información más importante de los artículos seleccionados como válidos.

También se validaron los valores SJR (Scimago Journal Ranking) y ACC (Average Count Citation), para finalmente seleccionar artículos científicos que cumplan con los criterios de selección previamente mencionados en este trabajo con el fin de asegurar la calidad y excelencia literaria.

Por otro lado, se revisaron los valores SJR y ACC para cada artículo científico aplicado, y es importante aclarar que el valor SJR determina el factor de impacto de la



revista en la que se publicó cada estudio, tal como es Cuantil (Q), donde el cuartil 1 (Q1) representa el factor de potencia más alto y el cuartil 4 (Q4) representa la potencia más baja.

Además, el ACC muestra el promedio de conteo de citas de cada artículo científico y el año en el que

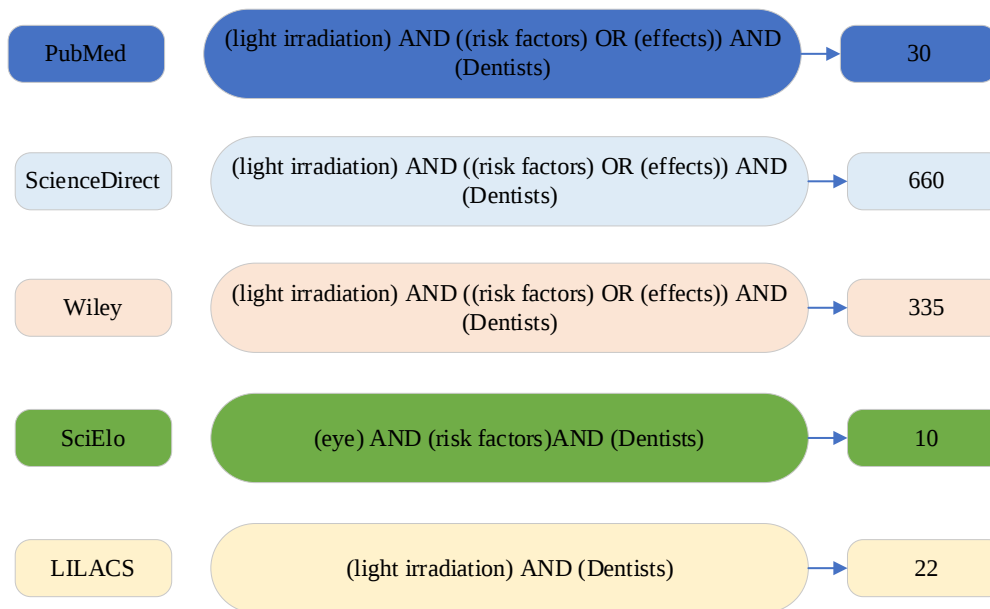
han sido publicados, este valor marca las veces que un documento ha sido citado por otros autores, por lo tanto, mientras más citas tenga su relevancia académica será mayor. Todos estos valores garantizaron la excelencia de los documentos con los que se realizó el trabajo de investigación. El proceso se puede observar en la figura 3.

Tabla 4. Criterio de selección de estudios

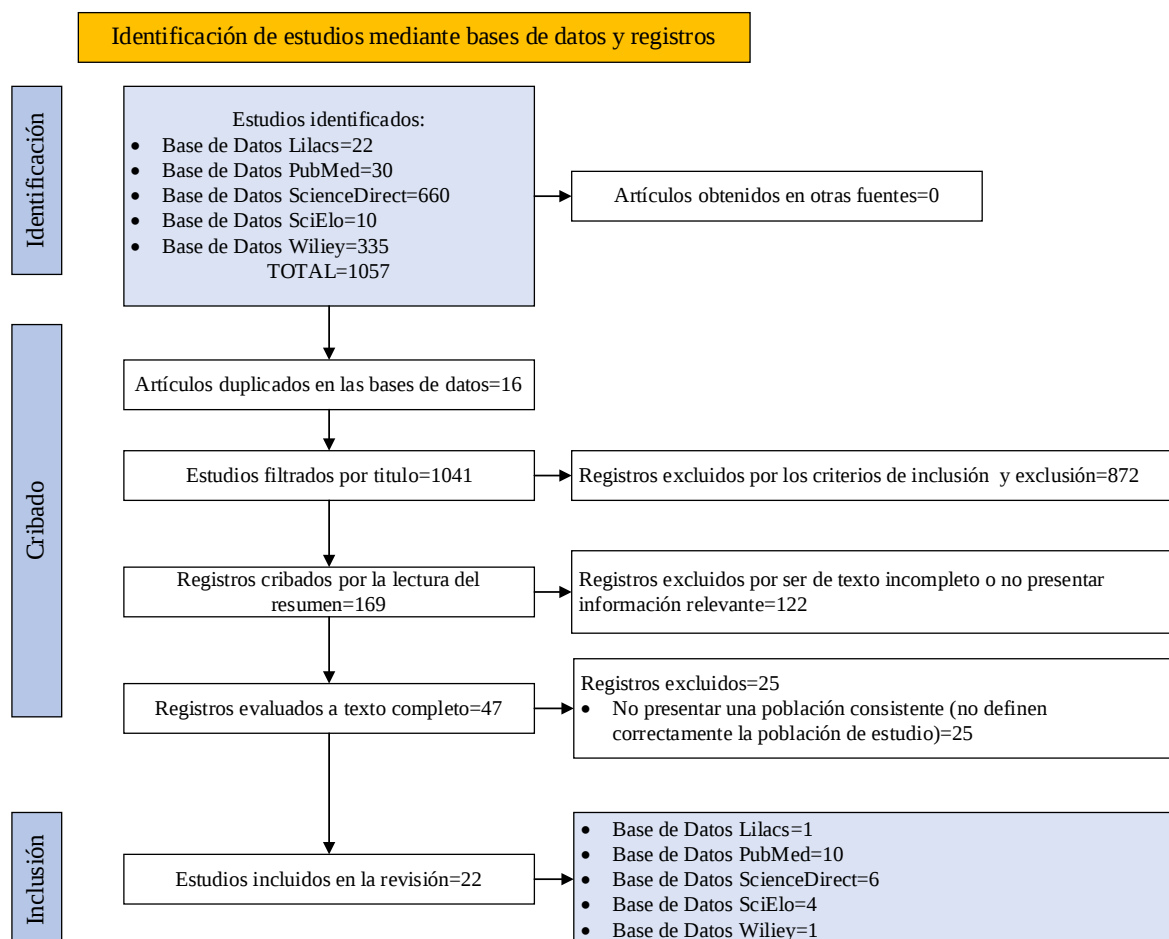
Componentes de estudio	Criterios
Tipo de estudio	Revisión bibliográfica
	Estudios de enfoque descriptivo
	Estudios de carácter experimental
	Estudios de tipo observacional
	Casos de evaluación clínica
Población	Fuentes de literatura con alto impacto
	Fuentes de luz en el entorno odontológico
	Alteraciones visuales en odontólogos
Idioma de la publicación	Español e inglés
Disponibilidad del texto	Textos completos y gratuitos
Tiempo de publicación	Últimos 10 años: 2014-2024

Elaborado por: Investigadores Independientes

Las cadenas de búsqueda utilizadas y los resultados de la búsqueda se presentan en la figura 2.

Figura 2. Cadenas de búsqueda avanzada

Elaborado por: Investigadores Independientes

Figura 3. Flujograma del proceso de descarte y selección

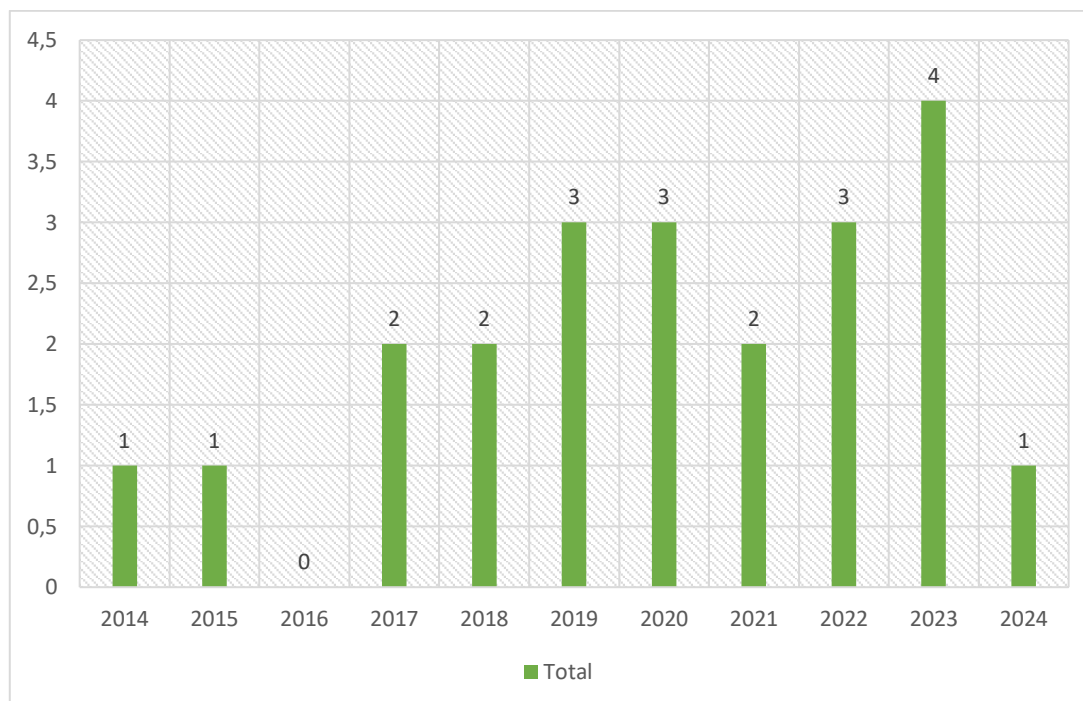
Elaborado por: Investigadores Independientes

Cantidad de publicaciones por año

En esta sección se presentan las principales características de los 22 artículo seleccionados conos válidos

para la presente investigación. En el ANEXO 1 se presenta la tabla utilizada para la caracterización de artículos científicos escogidos para la revisión.

Figura 4. Cantidad de publicaciones por año



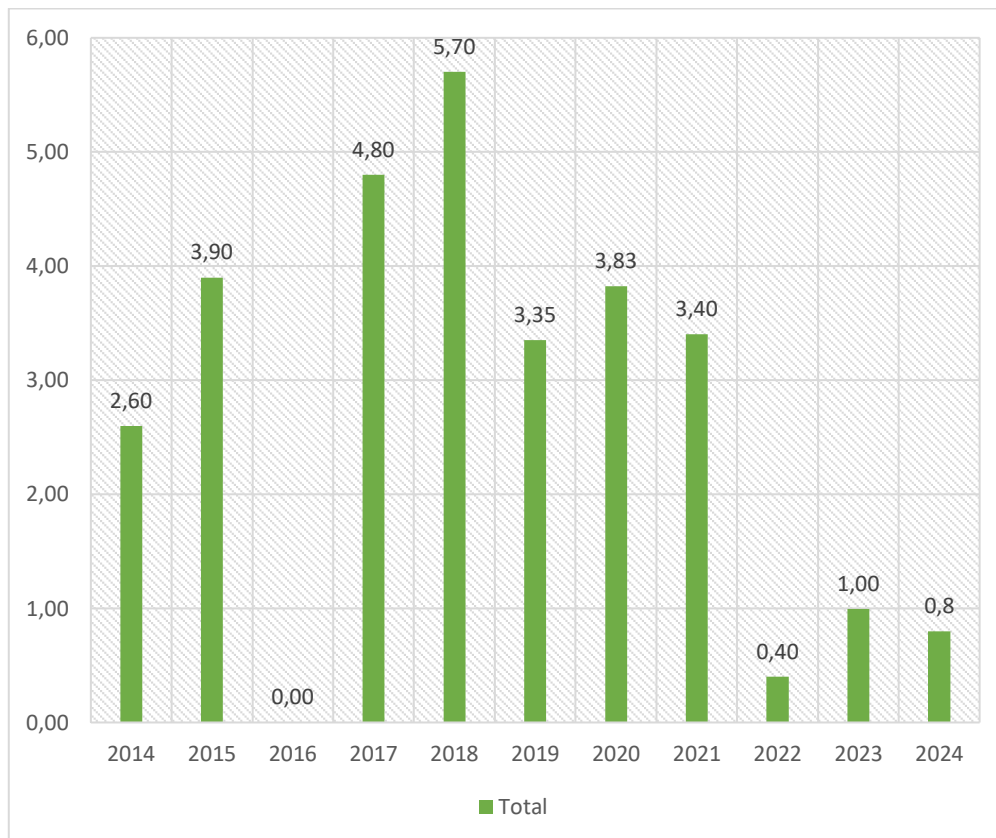
Elaborado por: Investigadores Independientes

Análisis: La figura 4 presenta el número de artículos científicos clasificados de acuerdo a su año de publicación en las bases de datos online empleadas, se puede ver que existe un aumento en el número conforme avanzan los años desde el 2018 al 2023, por lo tanto, se puede mencionar existe un interés permanente en el desarrollo de investigaciones enfocadas o con temas similares al uso de iluminación

en el entorno odontológico y sus efectos en los trabajadores dentales.

Publicaciones por factor de impacto y año de divulgación

Figura 5. Publicaciones de factor de impacto y año de divulgación



Elaborado por: Investigadores Independientes

Análisis: De acuerdo con la información de la figura 5, se puede identificar la relación entre el promedio de factor de impacto por año de publicación de los artículos científicos, determinándose que en la mayoría de los documentos se obtuvo un promedio mínimo válido de 0.5, certificando la calidad documental de la literatura utilizada, siendo el año 2018 donde se obtuvo el máximo valor de dicho índice.

3. Resultados y discusión

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la salud ocular se define como el bienestar físico, psicológico y social de la visión y no es necesariamente la ausencia de cualquier deterioro o enfermedad (36). Pero, a pesar de todos los avances, adelantos y actualizaciones en el campo médico y las numerosas mejoras en la tecnología, la odontología moderna todavía plantea importantes riesgos para la salud ocupacional (37).



Al respecto, los trabajadores dentales están expuestos a niveles muy altos de brillo durante largos períodos de tiempo porque los consultorios dentales dependen de una correcta iluminación. Sin embargo, la luz juega un papel importante y puede afectar negativamente al rendimiento visual, provocando molestias visuales, así como efectos físicos y relacionados con el estrés, como dolores de cabeza y lagrimeo (2).

Dentro de las unidades de luz que pueden causar problemas visuales se encuentran las unidades de fotopolimerización (LCU) dentales, mismas que proporcionaban luz ultravioleta (UV) para la fotopolimerización, pero luego, debido a problemas de salud asociados con el uso de luz UV, las LCU cambiaron a unidades emisoras de luz azul. Por lo que, actualmente existen tres tipos principales de LCU que se utilizan en odontología: lámparas halógenas, lámparas de arco de plasma y diodos emisores de luz (LED) (6) (38).

La luz azul, como la que emiten las lámparas de polimerización, puede provocar daños oculares. El riesgo

depende de la geometría de emisión y radiación de la lámpara, el tiempo de exposición, el grado de reflexión de la luz y el uso de protección ocular adecuada (39) (38). Los aparatos dentales de fotocurado emiten cantidades mucho mayores de luz azul y pueden representar un "peligro de luz azul" (13).

Conjuntamente, en los últimos años los LED se han convertido en la principal fuente de luz para los microscopios quirúrgicos dentales (DOM), reemplazando las fuentes de luz halógena utilizadas desde su desarrollo. Tanto las luces halógenas como las LED tienen longitudes de onda azules (luz azul) que se conoce que afectan los ojos (40).

La luz visible de alta energía (HEV), también conocida como "luz azul", es un término utilizado para definir la luz con longitudes de onda entre 400 y 500 nm y menor energía que la UV (41). Debido a que la luz azul tiene un perfil de seguridad más alto en comparación con la luz ultravioleta y relativamente poca fotodegradación de las moléculas irradiadas, ha atraído mucho interés como opción

de tratamiento para varias enfermedades (42).

Al mismo tiempo, la luz azul tiene alta energía y puede ocasionar daño fotoquímico permanente al tejido ocular. La exposición excesiva a la luz azul en los ojos puede causar fácilmente varios cambios, como estrés oxidativo, apoptosis mitocondrial, apoptosis de células inflamatorias, apoptosis mitocondrial y daño al ADN, lo que lleva al desarrollo del síndrome del ojo seco, glaucoma y queratitis (43).

Además, los niños y algunos adultos pueden ser muy susceptibles a sufrir problemas en la retina provocados por la luz cuando son expuestos a la luz UV-B/UV-A. Además, el nivel en que la luz azul e inclusive la verde son transmitidos a través del cristalino también muestra una gran variabilidad interindividual (12).

En la figura 14 se presenta el resumen de los resultados del objetivo general.

Figura 6. Resumen de los resultados 1

En el entorno odontológico se encuentran las unidades de fotopolimerización (LCU) dentales, las cuales proporcionaban luz ultravioleta (UV), pero actualmente la mayoría de estas hace uso de luz led, debido a problemas de salud asociados con el uso de luz UV.

Las unidades LCU y los microscopios quirúrgicos dentales actuales generan luz azul la cual tiene longitudes de onda entre 400 y 500 nm, misma que puede causar daño fotoquímico permanente al tejido ocular.

La exposición excesiva a la luz azul en los ojos puede causar fácilmente varios cambios, como estrés oxidativo, apoptosis y daño al ADN, lo que lleva al desarrollo del síndrome del ojo seco, glaucoma y queratitis.

Elaborado por: Investigadores Independientes

Se conoce que existen diversos tipos de actividades laborales en los laboratorios dentales que requieren

suficiente y adecuada iluminación, como por ejemplo trabajos de precisión como el diseño y



elaboración de dentaduras postizas, coronas, puentes y otros equipos odontológicos (2). En la tabla 5 se

presenta la cantidad de luz requerida para las principales actividades del entorno odontológico.

Tabla 5. Iluminación requerida en el laboratorio dental

Actividades laborales en clínicas dentales	La cantidad de iluminación requerida (lux)
Iluminación general	500
En el paciente	1.000
Cavidad de operación	5.000
Dientes blancos a juego	5.000
Inspección de color (laboratorios)	1.000
Sala de esterilización	300
Salas de desinfección	300

Fuente: Adaptado de Alamri et al. (2).

Una iluminación deficiente puede provocar fatiga visual, lo que es perjudicial para la salud humana. Esto afectará al buen trabajo a corto plazo y también provocará fatiga física, ya que está estrechamente relacionado con la fatiga visual. A largo plazo, esto puede dañar la visión de los dentistas y del personal de apoyo (44) (45) (46).

El personal de odontología también está expuesto a la luz emitida por computadores y celulares, donde las consecuencias para la salud del excesivo uso de estos dispositivos envuelven el síndrome del túnel carpiano y el síndrome de visión por computadora (CVS). El síndrome de visión por computadora, también distinguido como fatiga visual digital,

tiene varios síntomas asociados, como ardor en los ojos, fatiga visual, ojos secos, visión borrosa y dolor de cuello y hombros asociado (47).

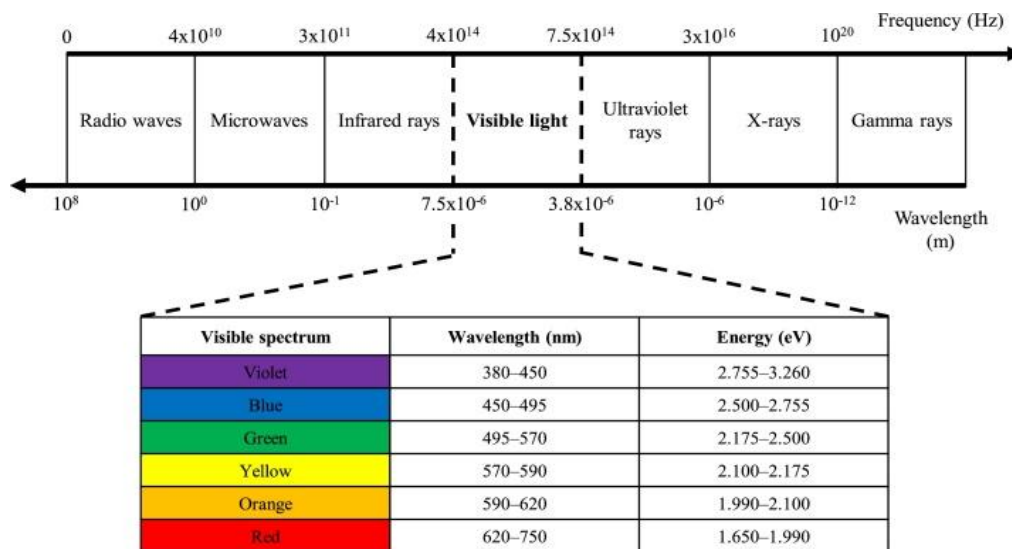
Por otra parte, las lámparas de curado que contienen diodos emisores de luz (LED) son una de las fuentes de luz más usadas en el entorno odontológico. Su pico de emisión se encuentra en el rango de azul/azul-verde (430–490 nm), y determinadas lámparas de curado pueden emitir un segundo pico cercano a los 400 nm, mejor dicho, en la transición entre la radiación ultravioleta (UV) y la visible (39).

Las imágenes se producen manipulando y mostrando diferentes longitudes de onda del espectro

electromagnético visible. La luz visible es la porción del espectro con longitudes de onda entre 380 nm y 780 nm (12). En la figura 3 se presentan los diferentes espectros

de luz que existen, donde la luz azul y verde son las que más se encuentran en el entorno odontológico.

Figura 7. Espectro visible de los tipos de luz



Fuente: Obtenido de Yoshino et al. (12).

Gran parte de los rayos UV que tienen una longitud de onda de <295 nm son absorbidos por la córnea, por el contrario, la ultravioleta-B (280–315 nm, UV-B) y la ultravioleta-A (315–400 nm, UV-A) son bloqueadas por el cristalino del ojo. Algunos rayos UV-B y UV-A pueden alcanzar la retina; mejor dicho, aquellos en el rango espectral de 300 a 400 nm alcanzaran la retina pudiendo ocasionar daños al ojo, no obstante en los últimos años el uso de aparatos que emiten luz UV ha sido remplazado por aparatos con luz azul (12) (48) (41).

Por otra parte, en odontología, la luz azul se utiliza ampliamente para blanquear los dientes y procedimientos de restauración que utilizan resinas compuestas. Además, muchos dentistas utilizan una lupa para garantizar un tratamiento dental más preciso. Por ello, el uso de la luz es fundamental en el tratamiento dental (12).

Además, la luz azul tiene la longitud de onda más corta de toda la luz visible (450 a 495 nm). Por lo tanto, los fotones azules tienen más energía que los fotones UV con

longitudes de onda mucho más largas, y la luz azul de frecuencia alta en ocasiones es denominada luz visible de alta energía, que puede causar problemas oculares i su exposición es alta (12) (6).

En la figura 16 se presenta el resumen de los resultados del objetivo específico 1.

Figura 8. Resumen de los resultados 2

En el entorno odontológico el personal sanitario se encuentra sometido a una iluminación que varía entre 300 a 5.000 luxes. Además de estar expuesto a tipos de luz violeta y azul.

La luz violeta tiene un rango de espectro de 380 a 450 nm, rango que en ocasiones puede alcanzar la retina pudiendo ocasionar daños al ojo.

La luz azul tiene un rango de espectro de 450 a 459 nm, lo que hace que los fotones azules tengan más energía que los fotones UV, además es la más presente en aparatos como microscopios y unidades de fotocurado.

Elaborado por: Investigadores Independientes

En la figura 17 se presenta el resumen de los resultados del objetivo específico.

Figura 9. Resumen de los resultados 3

Un ojo humano normal puede transmitir al menos una parte de la radiación en el rango de 400 a 1400 nm. Las longitudes de onda inferiores a 400 nm serán absorbidas por el cristalino del ojo y no pueden llegar a la retina.

Los niveles fototóxicos de exposición a la radiación pueden provocar la progresión de la retinitis pigmentosa y la degeneración macular relacionada con la edad.

En el entorno odontológico el personal sanitario se encuentra sometido a luz azul que tiene un rango de espectro de 450 a 459 nm, lo que hace que pueda causar daños a la retina del ojo.

La luz brillante emitida por las LCU modernas puede provocar quemaduras en los tejidos blandos y daños oculares. También daña el epitelio pigmentario de la retina (EPR), lo que revela una clara correlación entre la magnitud del daño y la concentración de oxígeno.

Además, el daño retiniano grave, llamado fotorretinitis, es producido debido a la exposición de la retina a longitudes de onda cortas en el espectro visible (luz violeta y azul).

Elaborado por: Investigadores Independientes

Relacionar las alteraciones visuales con el uso adecuado de los tipos de luz en el entorno odontológico.

La Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) instituye límites para la exposición de los ojos a la luz azul. Cuando estas pautas son aplicadas a la luz reflejada de las lámparas de curado actuales, este rango se llama "tiempo de exposición máximo permitido" (t_{max}). En teoría, esto se puede superar con 5 minutos de exposición durante la jornada laboral (39).

Dado que no todas las LCU dentales emiten radiación electromagnética en un rango idéntico de longitud de onda y los equipos de bloqueo de luz azul del mercado de accesorios no están regulados, la protección de los ojos encargada de bloquear la luz azul adquirida después de la comercialización puede o no proteger contra la totalidad de las longitudes de onda electromagnéticas emitidas por la LCU en uso (13) (38).

Agregar más luz de fuentes de luz intensa (p. ej., LCU, lámparas quirúrgicas, unidades de

blanqueamiento o microscopios quirúrgicos) a la exposición diaria promedio agrega un riesgo potencial adicional de daño ocular que puede ocurrir cuando los ojos están sobreexpuestos a la luz. Los límites máximos de seguridad de 24 horas para la exposición a la luz azul en una jornada laboral de 8 horas son de 5 min de exposición directa (13).

Es muy importante proteger sus ojos. La luz de las lámparas de polimerización es perjudicial para los ojos y se ha demostrado que reduce la visión. Se sabe que el cristalino del ojo puede sustituirse por un cristalino artificial, pero actualmente no existe una retina artificial que lo sustituya (25).

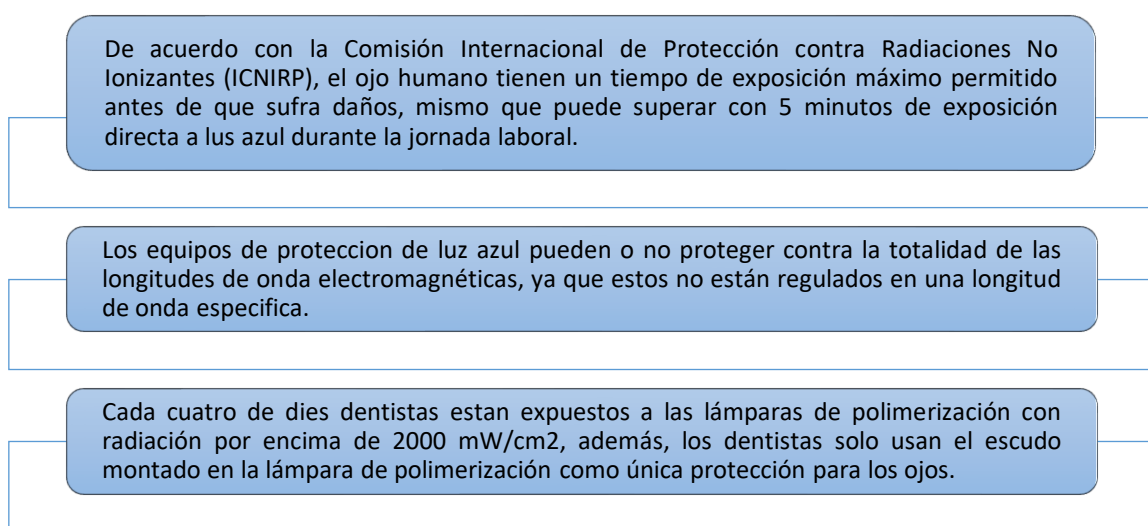
Por otra parte, se conoce que el uso de protección ocular se asocia con la exposición informada a la lámpara de curado. Esta situación es desfavorable porque uno de cada cuatro dentistas que informan de exposición a las lámparas de polimerización con la radiación más alta (por encima de 2000 mW/cm^2), además, los dentistas solo usan el escudo montado en la lámpara de polimerización como única protección para los ojos (39).

Además, partiendo de la patogénesis del peligro de la luz azul, en la actualidad se han creado muchos métodos para minimizar los daños que esta luz puede provocar en los ojos. Las medidas tradicionales de protección contra la luz azul son la protección física, como gafas contra

la luz azul, protección mediante barreras, software de control de emisiones de luz azul, etc. (43).

En la figura 18 se presenta el resumen de los resultados del objetivo específico 3.

Figura 10. Resumen de los resultados 3



Elaborado por: Investigadores Independientes

Otras consideraciones

Las lesiones oculares en el personal de odontología también pueden ser causadas por otros factores a partes de las emisiones de luz, como por ejemplo las infecciones y traumatismos, mismos que pueden clasificarse en dos categorías generales (36).

Una de ellas es el desarrollo y aumento de la contaminación en las

áreas que recientemente fueron enfermas por materiales sólidos como pequeños trozos de hueso, corpúsculos dentales, sarro, partículas de oro o acero o amalgama, y que pueden deslizarse desde las herramientas o materiales dentales y entrar en contacto con los ojos al golpearlos con una velocidad de hasta 96 km/hora (12). También se definen como daños relacionados con infecciones oculares causadas

por el contacto ocular directo con ciertos cuerpos extraños como saliva, aerosoles, partículas de polvo orgánico (restos de tejido, placa y piedras) y flora rica en bacterias (36).

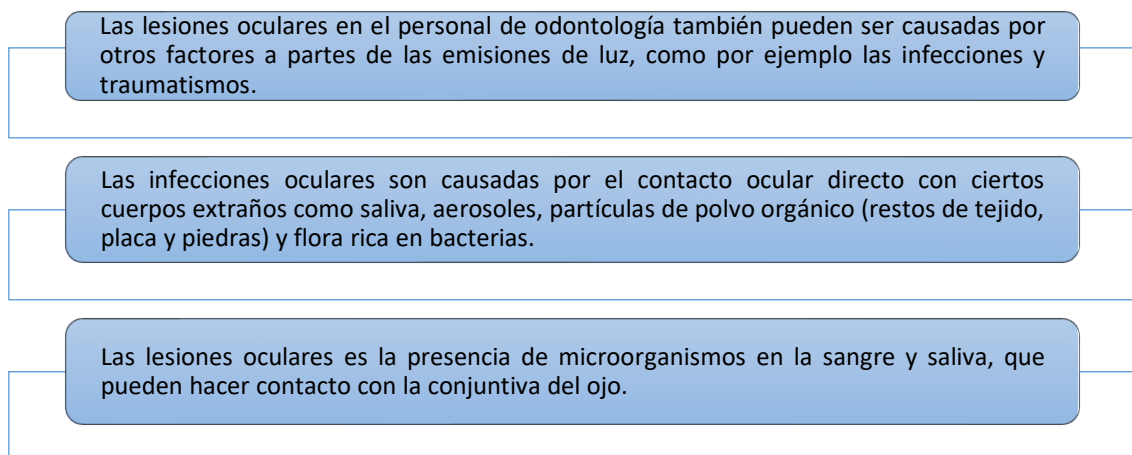
La segunda causa importante de lesiones oculares es la presencia de microorganismos en la sangre y saliva, que pueden hacer contacto con la conjuntiva debido a la absorción de aerosoles generados por micromotores y turbinas de alta velocidad. El motivo ha sido descrito en algunos estudios clínicos previos, donde los microorganismos de la cavidad oral en forma de saliva pueden permanecer en la atmósfera hasta 30 minutos. Si alcanzan concentraciones elevadas, pueden superar los mecanismos de defensa del ojo, preparando el terreno para una mayor infección (50).

Para prevenir todas las infecciones y lesiones oculares mencionadas anteriormente, sería una buena idea usar gafas de seguridad y una careta. Las gafas son aún la mejor protección contra salpicaduras directas de líquidos, empero los protectores adyacentes no brindan una protección total contra

contaminantes virales y aerosoles. Otra infección común es la infección cruzada causada por el virus del herpes simple. (36). El virus está presente en la saliva de personas asintomáticas y plantea un riesgo importante de infección cruzada. Se considera que la queratitis herpética tiene el peor pronóstico en comparación con las infecciones bacterianas y virales. Algunos otros patógenos, como *Chlamydia trachomatis*, también se transmiten potencialmente en odontología, pero su incidencia es rara en comparación con otros patógenos (51).

En la figura 19 se presenta el resumen de otros resultados concernientes al tema de estudio.

Figura 11. Resumen de los resultados 3



Elaborado por: Investigadores Independientes

4. Discusión

La presente revisión bibliográfica busco como meta principal el identificar las alteraciones visuales por exposición de las diferentes fuentes de luz en el entorno odontológico, las cuales de acuerdo con Fluent et al. (13) los posibles efectos podrían incluir lesiones en los tejidos blandos y daños en los ojos causados por una sobreexposición a la luz azul de las lámparas de fotocurado, donde los principales síntomas pueden incluir visión borrosa o visualización de imágenes persistentes. Asimismo, Ouyang et al. (43) en su estudio realizado, encontraron que la exposición excesiva a la iluminación del consultorio dental, en particular a la luz azul, puede causar apoptosis

mitocondrial, estrés oxidativo, apoptosis mitocondrial, apoptosis de células inflamatorias y daño del ADN. Estos efectos pueden resultar en el desarrollo de trastornos oculares graves como el síndrome del ojo seco, glaucoma y queratitis. Por su parte Grass et al. (44) mencionan que la iluminación adecuada en los puestos y centros de trabajo es un aspecto fundamental para crear un ambiente laboral confortable y seguro, así como para facilitar la eficiencia visual en las labores realizadas por lo odontólogos. Ya que, una iluminación deficiente puede causar fatiga ocular, con todas las consecuencias negativas que esto conlleva para la salud de los trabajadores, como sequedad ocular, picazón, dolor de cabeza,

fatiga, irritabilidad, mal genio y otros problemas. Ahmed et al. (45) hallaron que el ambiente de la clínica dental es muy demandante, por lo que los riesgos laborales para los dentistas pueden dividirse en ionizantes y no ionizantes, incluyendo el riesgo de experimentar fatiga y dolor en los ojos. Además, Pispero et al. (46) identificaron que una falta de luz adecuada puede causar cansancio en los ojos, lo cual puede ser perjudicial para la salud de los odontólogos. Esto tendrá un impacto en la eficacia a corto plazo y también llevará a fatiga ocular. En el largo plazo, esta situación podría afectar la vista de los odontólogos y del equipo de asistencia.

Por otra parte, al respecto de tipos de luz a la que está expuesto el profesional de la Odontología, Yoshino et al. (12) en su investigación determinaron que en la clínica dental se utilizan dispositivos para el blanqueamiento de los órganos dentales, que emiten luz azul, como lámparas halógenas de curado, luces LED, láseres de argón, láseres de diodos y lámparas de arco de plasma, siendo la luz azul perjudicial para la salud ocular. Además Luchianet al. (41) hallaron

que la luz azul, distinguida como alta energía visible (HEV), se refiere a la luz con una longitud de onda que va desde los 400 y 500 nm y una energía inferior a la luz ultravioleta, donde las fuentes de luz azul incluyen luces de curado halógenas, LED, láseres de argón, láseres de diodo y lámparas de arco de plasma. Por su parte, De La Rosa et al. (48) llegaron a la conclusión de que los dentistas emplean lámparas de desinfección ultravioleta para reducir la propagación de gérmenes en entornos hospitalarios y evitar las infecciones relacionadas. No obstante, la mayoría de los aparatos de desinfección UV utilizan lámparas que emiten radiación UV-C con una longitud de onda de aproximadamente 254 nm.

Conjuntamente Fluent et al. (13). en su estudio determinaron que las anomalías visuales provocadas por las distintas fuentes de iluminación en el ámbito de la odontología constituyen un deterioro fotoquímico en la retina debido a la luz azul de longitud de onda corta que oscila entre los 400 y 500 nm. De la misma forma Oliveira et al. (38) señalan que la exposición constante a la luz azul fuerte está conectada con



afecciones oculares serias, como la afectación del epitelio pigmentario de la retina (EPR) y posiblemente degeneración macular, donde este tipo de lesión está vinculado con mecanismos oxidativos. Simultáneamente, Nakahira et al. (40) en su trabajo de investigación hallaron que la acción proliferativa de las células musculares lisas vasculares también se reduce por la presencia de luz azul y la emisión constante de luz azul sobre el músculo liso vascular estimula la oxidación de lípidos, lo que sugiere la presencia de estrés oxidativo provocado por radicales de oxígeno reactivos, los cuales pueden originar síntomas como sequedad ocular, cansancio visual y malestar. Simultáneamente, Ouyang et al. (43) han indicado que la luz azul de alta longitud puede atravesar la córnea y el cristalino y alcanzar de forma directa a la retina, lo que puede provocar daño fotoquímico en la retina y ocasionar padecimientos como glaucoma, retinopatía diabética y enfermedades secas. Los autores mencionan que la magnitud del daño está relacionada con varios factores, como la cantidad de la luz azul que recibe el ojo, la distancia de

la luz, la dirección de la línea de visión y el espectro de la fuente de luz. Además Romero y Campos (25) hallaron que la luz azul de alta intensidad tiene una longitud de onda de 400 a 500 nm y puede causar daños irreversibles a las células de la retina al destruir los fotorreceptores que actúan como radicales libres. Este daño puede provocar una grave afección retiniana llamada fotorretinitis. Conjuntamente la fotorretinitis puede deteriorarse, progresando a una formación de cataratas y causar opacidad temporal o permanente en el cristalino.

Además, al relacionar las alteraciones visuales con el uso adecuado de los tipos de luz en el entorno odontológico. Fluent et al. (13) identificaron que el nivel de luz azul emitida por los dispositivos de fotocurado dental es considerablemente elevada, lo cual podría representar un potencial denominado "peligro por luz azul". Sin embargo, no se han establecido recomendaciones específicas ni normas de seguridad que aborden directamente el estar expuesto a la luz azul. Como resultado, tanto los empleadores como el personal

dental podrían carecer de conocimientos acerca de las medidas de protección necesarias frente a la luz azul, lo que pone en riesgo su salud. Asimismo Oliveira et al. (38) aluden que dado que las unidades de fotocurado dentales no irradian radiación electromagnética en una longitud de onda con un rango idéntico y los filtros de luz azul que se pueden comprar no están regulados, los equipos de protección que bloquean la luz azul, pueden o no proteger a los ojos contra todas las longitudes de onda electromagnéticas irradiadas por la LCU utilizada. Por su parte Kopperud et al. (39), mencionan que en lo que respecta a la seguridad de los pacientes y los compendios de protección radiológica, los odontólogos deben mejorar el proceso de tratamiento. Ya que, una exposición excesivamente larga a la luz azul puede resultar en daño térmico a la pupila y otros tejidos del ojo. En el consultorio dental la utilización de protectores oculares no está relacionada con la cantidad de luz emitida por la lámpara de curado, siendo esta situación negativa porque algunos odontólogos que tienen lámparas de curado con la irradiancia más alta (más de 2000

mW/cm²), solo cuentan con un protector que está incorporado en la lámpara de curado, siendo este su único medio de protección para los ojos. Pero dichos, protectores son muy pequeños y no logran proteger de la luz reflejada que se dispersa por todas las direcciones y, por lo tanto, pueden no brindar protección alguna o inferior a la ideal. Además, Ouyang et al. (43), en su estudio establecieron que el peligro de la luz azul se activa tras una exposición prolongada a esta, por lo tanto, la peligrosidad de la luz azul para los ojos no debe ser minimizada. Por lo que, es necesario que los odontólogos controlen cuánto tiempo y con qué frecuencia se exponen a la irradiación, o que utilicen gafas de protección que filtren la radiación, con el fin de evitar los riesgos derivados de la exposición a la luz azul.

5. Conclusiones

En la presente investigación se buscó identificar cuáles son las alteraciones visuales causadas por la exposición a las diferentes fuentes de luz en el entorno odontológico, identificándose que en el consultorio dental se hace uso de unidades de



fotopolimerización, luces LED, láseres de argón, láseres de diodos y lámparas de arco de plasma que emiten luz azul la cual es un grave problema, ya que el estar expuesto a mucha luz azul durante largos periodos de tiempo puede tener un efecto negativo en nuestra salud, principalmente en la visión causando una dolorosa inflamación de la conjuntiva y la córnea, también puede causar daños en el cristalino y especialmente en la retina, además de fatiga, dolor de los ojos, síndrome del ojo seco, glaucoma y queratitis. Por lo tanto, el estudio de la luz azul es fundamental para cuidar la visión del personal de odontología.

Conjuntamente, se determinó que los tipos de luz a la que está expuesto el profesional de la Odontología, siendo estas la luz violeta y la luz azul, donde la primera tiene un rango de espectro de 380 a 450 nm, rango que en ocasiones puede alcanzaran la retina pudiendo ocasionar daños al ojo. Mientras que la luz azul tiene un rango de espectro de 450 a 459 nm, lo que hace que los fotones azules tengan más energía que los fotones UV, siendo más peligrosa para la visión. Además, la iluminación del entorno odontológico

varía entre 300 a 5.000 luxes, que puede causar fatiga o cansancio al personal.

Por otra parte, al comparar las alteraciones visuales que generan los diferentes tipos de luz en el entorno odontológico, se determinó que la luz violeta en rangos de 450 nm puede ocasionar dolor, sensibilidad y sensación de tener algo en el ojo, no obstante, en los últimos años el uso de aparatos que emiten luz UV ha sido remplazado por aparatos con luz azul. Siendo esta última muy peligrosa porque puede atravesar la córnea y el cristalino, y alcanzar de forma directa a la retina, lo que puede provocar daño fotoquímico en la retina, formación de cataratas y en altas exposiciones generara opacidad temporal o permanente en el cristalino. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con los equipos del laboratorio dental que irradian luz violeta y azul, principalmente los que generen luz azul ya que es mucho más peligrosa para la salud del ojo humano.

Además, al relacionar las alteraciones visuales con el uso adecuado de los tipos de luz en el

entorno odontológico, se identificó que no existe una normativa que regule el tiempo y cantidad de exposición a la luz a violeta y azul, conjuntamente los equipos que emiten estas luces y que se pueden comprar en el mercado no presentan un rango de onda de luz idéntico lo que dificulta la protección ocular, ya que los equipos que bloquean la luz azul, pueden o no proteger a los ojos contra todas las longitudes de onda electromagnéticas irradiadas por los equipos utilizados. Conjuntamente, es importante destacar que el personal odontológico casi nunca utiliza equipos de protección a parte d ellos que ya vienen instalados en las maquinas afectando esto a la salud de sus ojos. Por lo tanto, es importante que el personal de odontología conozca sobre los peligros de la exposición a la luz azul y la forma correcta de protección.

Recomendaciones

Se recomienda realizar investigaciones enfocadas en los daños que puede causar un equipo específico del entorno odontológico y así obtener información mas precisa sobre rasgos seguros e inseguros de exposición a la luz azul de dicho aparato.

Es recomendable que se capacite al personal odontológico sobre los peligros de las luces emitidas por los equipos del consultorio dental, ya que muchos médicos desconocen el daño que les pueden ocasionar a su visión y los métodos correctos para protegerse.

Es muy importante tener en cuenta que la sensibilidad a la luz azul puede variar de una persona a otra, por lo que es importante tenerlo en cuenta. Algunos individuos pueden experimentar síntomas más intensos que otros.

Bibliografía

1. Díaz M, Montece E, Macías H, Ortega G. Una mirada acerca de la Bioseguridad y Ergonomía en el servicio de odontología. Recimundo [Internet]. 2019;3(1):151–74. Available from: <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/362>
2. Alamri A, ElSharkawy M, Alafandi D. Occupational Physical Hazards and Safety Practices at Dental Clinics. Eur J Dent [Internet]. 2023 May;17(2):439–49. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10329536/>



3. Huaylah S, Al-Qahtani T, Sandeepa N. Occupational hazards and preventive practices among dentists in Saudi Arabia: A cross sectional survey. Saudi Dent J [Internet]. 2019;31(1):S31–2. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2019.01.019>
4. Reddy S, Doshi D. Review Article Occupational Hazards in Dentistry. J Res Adv Dent [Internet]. 2017;6(2):110–22. Available from: https://www.researchgate.net/publication/318722341_Occupational_Hazards_in_Dentistry/link/59799d2e45851570a1c10530/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uliwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uliN19
5. Boyce PR. Light, lighting and human health. Light Res & Technol [Internet]. 2022;54(2):101–44. Available from: <https://doi.org/10.1177/14771535211010267>
6. Alasiri RA, Algarni HA, Alasiri RA. Ocular hazards of curing light units used in dental practice – A systematic review. Saudi Dent J [Internet]. 2019;31(2):173–80. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2019.02.031>
7. Morrow B, Kanakri S. The impact of fluorescent and led lighting on students attitudes and behavior in the classroom. Adv Pediatr Res [Internet]. 2018;1(12):1–13. Available from: <https://scholarworks.iupui.edu/server/api/core/bitstreams/19ba4588-6c33-4f38-9827-5a5554e3dd8a/content>
8. Romero A, Trigos S. Alteraciones visuales relacionadas con la práctica odontológica [Internet]. Universidad de Cartagena; 2020. Available from: https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/12487/INFORME_FINAL ALTERACIONES VISUALES RELACIONADAS CON LA PRÁCTICA ODONTOLÓGICA PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y
9. Fluent M. Eye safety in operative dentistry. Rev LA Asoc Dent MICHIGAN [Internet]. 2022;200(4):32–7. Available from: <https://health.ri.gov/publications/guidelines/eye-safety-in-dentistry.pdf>
10. Alvis J, Mauren M. Alteraciones visuales por la radiación de la lámpara halógena y conocimiento de protección oculares en estudiantes de odontología de la universidad de Cartagena [Internet].

- Universidad de Cartagena; 2021. Available from: <https://repositorio.unicartagen.a.edu.co/handle/11227/16836>
11. Cougnard A, Merle B, Aslam T, Seddon J, Akinin I, Klaver CCW, et al. Blue Light Exposure: Ocular Hazards and Prevention-A Narrative Review. *Ophthalmol Ther* [Internet]. 2023 Apr;12(2):755–88. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9938358/>
 12. Yoshino F, Yoshida A. Effects of blue-light irradiation during dental treatment. *Jpn Dent Sci Rev* [Internet]. 2018 Nov;54(4):160–8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6175967/>
 13. Fluent M, Ferracane J, Mace J, Shah A, Price R. Shedding light on a potential hazard: Dental light-curing units. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2019;150(12):1051–8. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002817719306099>
 14. Abanto J, Chávez M. Factores asociados y tipos de lesiones oculares ocurridas en la práctica odontológica: revisión sistemática. *Rev Científica Odontológica* [Internet]. 2023;11(3):1–10. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571222002822>
 15. Hipólito V, Coelho JMP. Blue Light and Eye Damage: A Review on the Impact of Digital Device Emissions. *Photonics* [Internet]. 2023;10(5):1–8. Available from: <https://www.mdpi.com/2304-6732/10/5/560>
 16. Li C, Fu Y, Liu S, Yu H, Yang X, Zhang M, et al. The global incidence and disability of eye injury: an analysis from the Global Burden of Disease Study 2019. *eClinicalMedicine* [Internet]. 2023;62:1–11. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589537023003115>
 17. Montero D. Efectos adversos de la luz azul en la consulta odontológica [Internet]. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA; 2021. Available from: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/9712>
 18. Price R, Labrie D, Sullivan B, Sliney DH. The potential ‘blue light hazard’ from LED headlamps. *J Dent* [Internet]. 2022;125(1):1–11. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571222002822>



19. Frómeta M, Cobas L, Enamorado M, Armas M. Trauma ocular en el servicio de Oftalmología del Hospital General Docente “Dr. Agostinho Neto”, 2014-2019. Rev Inf Científica la Universidades Ciencias Médicas Guantánamo [Internet]. 2020;99(5):461–7. Available from: <http://www.revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/2995>
20. García EL. Análisis de las alteraciones visuales en la toma del color dental mediante espectrofotometría y guías dentales [Internet]. UNIVERSIDAD DE SALAMANCA; 2018. Available from: <https://app.dimensions.ai/details/publication/pub.1122789590%0Ahttps://doi.org/10.14201/gredos.140323>
21. Neira J, Marín M, Guerra V, Salazar A, Henao A, Carvajal J, et al. Functional and clinical anatomy of the visual system: An update with emphasis on the visual pathway and cortex. Am J Neuroradiol [Internet]. 2022;96(2):71–81. Available from: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmof/v96n2/2604-1731-rmo-96-2-71.pdf>
22. NIH. Las partes del ojo. Natl Eye Inst [Internet]. 2020;1–2. Available from: https://www.nei.nih.gov/sites/default/files/2023-03/las-partes-del-ojo_1.pdf
23. De la Rosa E, Mendoza F, Rodríguez V, Saucedo C, Segura E, Rebolledo F, et al. Uso de la luz UV en odontología como método de desinfección contra SARS-COV-2. Rev Odontológica Mex [Internet]. 2022;25(2):145–53. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/odon/uo-2021/uo212f.pdf>
24. Gil A, Ojeda Y, Rodríguez J. Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. Rev Habanera Ciencias Medicas [Internet]. 2016;15(1):8–16. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/rhcm/v15n1/rhcm03116.pdf>
25. Romero M, Campos J. Riesgo ocular asociado con el uso de lámparas de fotocurado en el consultorio dental. Rev Odontol Pediátrica [Internet]. 2018;17(1):2–4. Available from: <https://op.spo.com.pe/index.php/odontologiapediatrica/article/view/24/25>
26. Aquino A, Aguilar G del P, Díaz J, Leiva P, Quintanilla D, Atoche K, et al. Efectividad de fotopolimerización usando lámparas led: Una revisión de

- la literatura. *Rev Científica Odontológica* [Internet]. 2022;10(3):1–12. Available from: 10.21142/2523-2754-1003-2022-120
27. Morocho K, Ordóñez L, Palacios I. Efecto de la intensidad de la luz de curado dental sobre las resinas dentales en cuanto a su estructura y forma: revisión de la literatura. *Res Soc Dev* [Internet]. 2023;12(6):1–11. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/4cb8/cd8ed500218a7398f130fbad76a8db813464.pdf>
 28. Alain Manuel Chaple Gil AM, Fernández E, Quintana Muñoz L. Low-level laser accelerating dental movements in orthodontics. Systematic review. *Int J Med Surg Sci*. 2020;(October):75–85.
 29. Elías C, Lozano D, Quiroga R, Torres M. Fotoiniciadores en materiales restauradores contemporáneos [Internet]. Universidad César Vallejo; 2020. Available from: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/71604/B_Elías_PCS-Lozano_ADA-Quiroga_RRY-Torres_BMJ-SD.pdf
 30. Rivas C, Flores D, Sevilla C, Ruiz M. Intensidad lumínica de las lámparas de fotocurado LED en los consultorios odontológicos de Piura, Perú. *Rev Cubana Estomatol* [Internet]. 2022;59(2):1–6. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/est/v59n2/1561-297X-est-59-02-e3767.pdf>
 31. Rueggeberg F, Giannini M, Arrais C, Price R. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Braz Oral Res* [Internet]. 2017 Aug;31(1):1–28. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28902241/>
 32. Montenegro F. Ergonomía en la práctica odontológica. *Cienc Lat Rev Científica Multidiscip* [Internet]. 2023;7(3):2396–405. Available from: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6355/9672>
 33. Das H, Motghare V, Singh M. Ergonomics in Dentistry: Narrative Review-International Journal of Applied Dental Sciences. *Int J Appl Dent Sci* [Internet]. 2018;4(4):104–10. Available from: <https://www.oraljournal.com/pdf/2018/vol4issue4/PartB/4-4-14-114.pdf>
 34. Brady C. SÍNTOMAS DE LOS PROBLEMAS OFTÁLMICOS [Internet]. Johns Hopkins University School of Medicine; 2021. p. 1–12. Available from: <https://www.msmanuals.com/es->



- ec/professional/trastornos-oftálmicos/síntomas-de-los-problemas-oftálmicos/visión-borrosa
35. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Española Cardiol.* 2021;74(9):790–9.
 36. Azodo C, Ezeja E. Ocular health practices by dental surgeons in Southern Nigeria. *BMC Oral Health* [Internet]. 2014 Sep;14(1):1–15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25214473/>
 37. Nimma V, Bayani M, Lingam AS, Ramaswami E, Reddy L, Kadam S. Evaluation of Eye Safety Protocol in the Dental Office. *Indian J Occup Environ Med* [Internet]. 2024;28(1):38–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38783886/>
 38. Oliveira D, Rocha MG. Dental Light-Curing—Assessing the Blue-Light Hazard. *Dent Clin North Am* [Internet]. 2022;66(4):537–50. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011853222034565>
 39. Kopperud SE, Rukke H V, Kopperud HM, Bruzell EM. Light curing procedures – performance, knowledge level and safety awareness among dentists. *J Dent* [Internet]. 2017;58(1):67–73. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571217300301>
 40. Nakahira K, Mutoh N, Fuchida S, Yamamoto T, Kimijima M, Ichibe Y, et al. Effects of different light sources used for dental operating microscope illumination on the visual function of operators. *J Oral Biosci* [Internet]. 2020;62(4):363–71. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1349007920301316>
 41. Luchian I, Budală D, Baciú E, Ursu R, Diaconu D, Butnaru O, et al. The Involvement of Photobiology in Contemporary Dentistry—A Narrative Review. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2023;24(4):1–14. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9961259/>
 42. Cabral J, Ag R. Blue Light Disinfection in Hospital Infection Control: Advantages, Drawbacks, and Pitfalls. *Antibiot (Basel, Switzerland)* [Internet]. 2019 May;8(2):1–11. Available from:

- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31067733/>
43. Ouyang X, Yang J, Hong Z, Wu Y, Xie Y, Wang G. Mechanisms of blue light-induced eye hazard and protective measures: a review. *Biomed Pharmacother* [Internet]. 2020;130(1):1–8. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0753332220307708>
 44. Grass Y, Castañeda M, Pérez G, Berenguer M, Rosell CI. La iluminación como agente físico negativo en un servicio estomatológico TT - Illumination as negative physical agent in a stomatological service. *Medisan* [Internet]. 2017;21(3):258–64. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
 45. Ahmed D, El G, Yagoub M, Abdalimage M. Evaluation of the Occupational Hazards among Clinical Dental Students and House Officers in Napata College in 2022. *Napat Sci J* [Internet]. 2023;2(2):169–85. Available from: https://research.napata.edu.sd/wp-content/uploads/2023/12/4-Evaluation_the_Occupational_Hazards2_among_Clinical_Dental_Students.pdf
 46. Pispero A, Marcon M, Ghezzi C, Massironi D, Varoni EM, Tubaro S, et al. Posture assessment in dentistry for different visual aids using 2d markers. *Sensors* [Internet]. 2021;21(22):1–18. Available from: <https://air.unimi.it/retrieve/dfa8b9a8-e314-748b-e053-3a05fe0a3a96/sensors-21-07717-v2.pdf>
 47. Marya A, Venugopal A, Karobari MI, Heboyan A. Computer Vision Syndrome: Will the Pandemic Lead to Eye Problems for Dentists? *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr* [Internet]. 2022;22(1):1–5. Available from: <https://www.scielo.br/j/pboci/a/bqPbTyTWyrZcPxPnSqYm6QP/?format=pdf&lang=en>
 48. De La Rosa E, Rebolledo F, Segura E, Mendoza F, Vargas A. Evaluación del efecto bactericida de la luz UV-LED sobre impresiones de alginato. *Av Odontoestomatol* [Internet]. 2023;39(1):42–8. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852023000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es



49. Yoshida A, Shiotsu Y, Wada S, Takahashi S, Toyama T, Yoshino F. Blue light irradiation-induced oxidative stress in vivo via ROS generation in rat gingival tissue. J Photochem Photobiol B [Internet]. 2015 Oct;151:48–53. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26163948/>
50. Arvind R, Roma M. Risk of eye infections in dental personnel and the need for its prevention: a case report. J Ophthalmic Inflamm Infect [Internet]. 2020 Aug;10(1):21–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32852655/>
51. Mwangi N, Mutie DM. Emergency management: penetrating eye injuries and intraocular foreign bodies. Community eye Heal [Internet]. 2018;31(103):70–1. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30487690/>