

## Mitigación en sistemas sanitarios para reducir incidencia de catarata por disminución de capa de ozono

### Mitigation in Healthcare Systems to Reduce the Incidence of Cataracts due to Ozone Layer Depletion

José Manuel Vela Ruiz<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1811-4682>

Keile Joyce Desposorio Robles<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2324-7826>

Nikole Shesira Gama Cabrera<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0009-0007-2691-4176>

Karen Sofía González Aguilar<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0002-2612-3300>

José Daniel Flores Ramos<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0008-6841-5460>

<sup>1</sup>Universidad "Ricardo Palma", Instituto de Investigaciones en Ciencias Biomédicas. Lima, Perú.

\*Autor para la correspondencia: [nikolegamac@gmail.com](mailto:nikolegamac@gmail.com)

## RESUMEN

**Introducción:** La catarata representa la principal causa de ceguera a nivel mundial y se ha asociado con la exposición prolongada a la radiación ultravioleta, cuya intensidad puede verse incrementada por el deterioro de la capa de ozono.

**Objetivo:** Analizar la evidencia disponible sobre las estrategias de mitigación orientadas a reducir la incidencia de cataratas, vinculadas a la disminución de dicha capa, al considerar factores ambientales, sanitarios y de protección individual.

**Métodos:** Se revisaron estudios que abordan el impacto de la catarata en la salud pública y las medidas preventivas propuestas en distintos contextos.

**Resultados:** Entre las estrategias identificadas se encuentran la instalación de paneles informativos sobre niveles de radiación, la adopción de tecnologías sostenibles en el ámbito sanitario y la promoción del uso de elementos de protección personal como lentes con filtro ultravioleta y sombreros; así como recomendaciones para limitar la exposición solar durante las horas de mayor radiación.

**Conclusiones:** Los hallazgos resaltan la importancia de políticas integrales de prevención que combine intervenciones estructurales y comportamientos individuales informados.

**Palabras clave:** catarata; evaluación; mitigación de riesgos; sistemas de salud; capa de ozono.

## ABSTRACT

**Introduction:** Cataracts are the leading cause of blindness worldwide and have been associated with prolonged exposure to ultraviolet radiation, the intensity of which can be increased by ozone layer depletion.

**Objective:** To analyze the available evidence on mitigation strategies aimed at reducing the incidence of cataracts linked to the depletion of the ozone layer, taking into account environmental, health, and individual protection factors.

**Methods:** Studies addressing the impact of cataracts on public health and the preventive measures proposed in different contexts were reviewed.

**Results:** Among the strategies identified are the installation of information panels on radiation levels, the adoption of sustainable technologies in the health sector, and the promotion of the use of personal protective equipment such as UV-filtering sunglasses and hats, as well as recommendations to limit sun exposure during peak radiation hours.

**Conclusions:** The findings highlight the importance of comprehensive prevention policies that combine structural interventions and informed individual behaviors.

**Keywords:** cataracts; assessment; risk mitigation; health systems; ozone layer.

Recibido: 20/11/2023

Aceptado: 18/06/2024

## Introducción

La capa de ozono es un revestimiento delgado que forma parte de la atmósfera, que cubre nuestro planeta al actuar como un escudo protector para los seres vivos ante

las consecuencias negativas que podrían causar una exposición prolongada a la radiación de los rayos tipo A (UVA), B (UVB) y C (UVC).<sup>(1)</sup>

Se ha visto un proceso de deterioro, adelgazamiento y disminución de sus concentraciones, por lo cual ha sido uno de los temas de mayor interés en cuanto a investigaciones ambientales y de salud; motivo por el cual en el Perú, se incorporó diversos acuerdos internacionales sobre el cambio climático, como es el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, realizado ante la evidencia científica sobre la afectación de la capa de ozono por producto de elementos contaminantes. Además, se redactó el Protocolo de Montreal Relativo a Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, que identificó sustancias riesgosas como los clorofluorocarbonos (CFC) y halones, que se encuentran en aires acondicionados, refrigerantes, etcétera, buscando la regulación de su producción.<sup>(1,2,3)</sup>

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), se dio uno de los principales instrumentos internacionales, la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), la cual por el protocolo de Kioto se logró en 2020 una reducción del 5,2 % de las emisiones existentes en 1990 en los países industrializados.<sup>(2)</sup> Al ser el N<sub>2</sub>O una de estas emisiones antropogénicas de sustancias que agotan la capa de ozono (SAO), quien representa el 50 % del adelgazamiento de este, y aumenta la intensidad ultravioleta en la superficie del suelo, sobre todo, UVB, que conlleva las impresiones nocivas sobre la salud humana como son las afecciones en la piel, los problemas inmunológicos y las complicaciones oculares (catarata).<sup>(3)</sup>

La incidencia de catarata ocular está vinculada con la exposición al daño causado por la radiación UVB.<sup>(3,4)</sup> El cristalino, que es el lente natural del ojo humano y un filtro en gran medida efectivo, puede verse afectado por el estrés oxidativo como resultado de una exposición prolongada a rayos ultravioletas (UV). Esto se manifiesta en forma de opacidad en las proteínas de las células del cristalino, lo que conduce al desarrollo de cataratas.<sup>(5)</sup>

A nivel mundial, la ceguera y la discapacidad visual son problemas significativos, con un alto porcentaje de casos, debido a cataratas no tratadas, sobre todo, en personas mayores de 50 años, quienes representan el 81 % de los casos. Con la población de edad avanzada en constante crecimiento, se espera un aumento en los casos de discapacidad visual, por las enfermedades oculares crónicas;<sup>(6)</sup> pues, según la OMS, 15 millones de personas han quedado ciegas por cataratas, y de estas, se estima que el 10 % se deba a la exposición a la radiación UV.<sup>(7)</sup>

En Perú, el 16,3 % de las personas mayores de 50 años ha sido diagnosticado con cataratas. Resulta importante destacar que este porcentaje aumenta de forma significativa a medida que la edad avanza, al llegar al 32,4 % en adultos de 70 años o más, y superar el 14,7 % en el grupo de 60 a 69 años. Además, este diagnóstico fue

más común en mujeres que en hombres. En términos de ubicación, en áreas urbanas, el 17,9 % de las personas recibieron el diagnóstico de cataratas, en comparación con el 10,1 % en áreas rurales. Por último, la prevalencia de la catarata varió, según la región natural de residencia, y es mayor en la costa (18,1 %), seguida por la sierra (13,5 %) y la selva (12,3 %).<sup>(6)</sup>

Por ello, en este estudio se realizó una revisión bibliográfica de las principales medidas de mitigación que pueden implementar los diversos sistemas sanitarios ante la inminente disminución de la capa de ozono y su repercusión en el aumento de incidencia de cataratas en la población y tuvo como objetivo analizar la evidencia disponible sobre las estrategias de mitigación orientadas a reducir la incidencia de cataratas, vinculadas a la disminución de dicha capa, al considerar factores ambientales, sanitarios y de protección individual.

## Métodos

Se consultaron artículos en inglés y español publicados desde el primero de enero de 2018 hasta el 15 de octubre de 2023 en los sitios de búsqueda: PubMed, Scopus y Google Scholar. Se utilizó la pregunta clínica: ¿Existe asociación entre las medidas de mitigación de los sistemas sanitarios y la reducción de incidencia de cataratas ante la disminución de la capa de ozono?

Los descriptores empleados para la búsqueda fueron: ("Risk Evaluation and Mitigation" OR "Health Systems") AND *Cataract* AND ("Ozone Reduction" OR "Ozone Depletion") OR ("Ultraviolet Rays" AND "Radiation Exposure"), para las bases PubMed, Scopus y Google Scholar; y ("Evaluación y Mitigación de Riesgos" OR "Medidas de Prevención") AND ("Sistemas de Salud" OR "Ministerio de Salud") AND Catarata AND ("Pérdida de Ozono" OR ("Rayos Ultravioleta" AND "Exposición a la Radiación")), para la base Google Scholar. El estudio que se presenta se encuentra en las prioridades sanitarias de "Salud ambiental y ocupacional", según las "Prioridades de investigación en salud 2019-2023 del Instituto Nacional de Salud".<sup>(8)</sup>

Como criterios de inclusión se consideraron los artículos en español o inglés, publicados en los últimos cinco años, que incluyeran, mediante combinaciones de palabras clave, en el título o en el resumen: catarata, capa de ozono o radiación ultravioleta junto con medidas de mitigación; "*Cataract*" junto con "*Ozone Reduction*" o "*Ozone Depletion*" o "*Ultraviolet Rays*" con "*Risk Evaluation and Mitigation*" o "*Health Systems*". Estudios que analizaran las medidas de mitigación de sistemas sanitarios de múltiples variables relacionadas a cataratas y capa de ozono y tesis. Se excluyeron estudios que no tuvieran relación directa con el tema, los publicados

fuera del intervalo de cinco años y los que no tuvieran como población seres humanos, además de cartas al editor, artículos periodísticos y libros.

## Impacto de la catarata en salud pública

De los 163 artículos recuperados, se prescindieron de 95 artículos publicados fuera del intervalo de los cinco años, 4 artículos repetidos, 52 artículos por no cumplir con los criterios de elegibilidad. En total se descartaron 151 artículos, por lo cual se consideraron 12 artículos pertinentes y seleccionados, quienes contaban con resultados de investigación y aspectos teóricos-conceptuales que tienen relación con el objetivo del estudio: Medida de mitigación para la reducción de incidencia de cataratas por disminución de la capa de ozono (fig.).

En la tabla se presentan las principales características de los 12 estudios seleccionados, y se apreció el período de publicación desde 2018 hasta 2023.

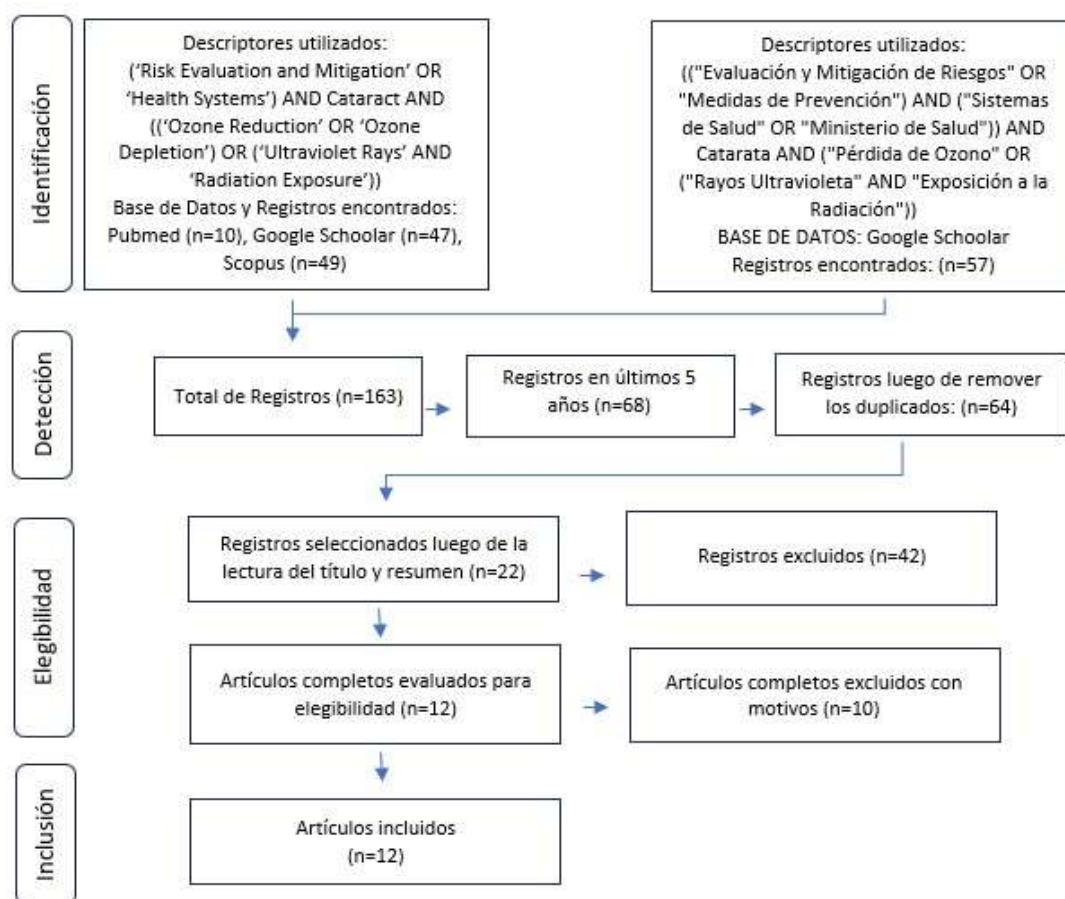


Fig. - Identificación de los resultados y proceso de selección.

**Tabla** - Autores, hallazgos y diseño de trabajos de investigación relacionados con las medidas de mitigación de los sistemas sanitarios para la reducción de incidencia de cataratas por disminución de la capa de ozono

	Autores	Año	País	Diseño	Herramienta	Hallazgos	Medidas de mitigación
I n t e r n a c i o n a l	Saeedi y otros <sup>(9)</sup>	2022	Irán	Analítico, retrospectivo	Centro Estadístico de Irán 2017, censos de población y vivienda, anuarios estadísticos, y estudios previos.	La exposición pública y laboral al SUVR (sobrexposición a la radiación solar ultravioleta), tiene efectos adversos en los ojos, como presbicia, catarata y pterigión. Estimó que un 90 % de la carga de enfermedad atribuible en 2019 estuvo relacionada con catarata (29,9 %).	La Comisión Internacional de Protección contra la radiación No ionizante (ICNIRP) ha propuesto una dosis eritematosa estándar de 1,0 a 1,3 (SED, 1 SED = 100 J/m <sup>2</sup> de irradiancia UV ponderada) por día laborable y el Comité Electrotécnico Internacional (IEC) recomendó un máximo de 150 SED por año para la exposición ocupacional a SUVR. Además, se debe realizar medidas preventivas de sobreexposición, exámenes periódicos y tratamientos tempranos continuos; con énfasis en provincias con tasas de AVAD en aumento. Todos deben considerarse

							en el plan de acción de salud ocupacional en el país.
	Nieder Benbi <sup>(10)</sup>	y	2022	India	Descriptivo	Repositorio y bases de datos	<p>El nitrógeno reactivo (Nr) afecta la salud humana a través del calentamiento global, el agotamiento de la capa de ozono estratosférico que resulta en una mayor intensidad de los rayos ultravioleta B (UVB) en la superficie de la tierra y la creación de ozono a nivel del suelo (a través de la reacción del NO<sub>2</sub> con el O<sub>2</sub>). Los consiguientes efectos indirectos del Nr (nitrógeno reactivo) sobre la salud humana incluyen la propagación de patógenos transmitidos por vectores, una mayor incidencia de cáncer de piel, desarrollo de catarata y enfermedades respiratorias graves, además de la</p> <p>Para reducir las emisiones de N procedentes de la agricultura, se requiere una gestión optimizada basada en el concepto de las 4 R (tipo, dosis, momento y método correctos de aplicación de fertilizante N). Así poder mitigar impactos adversos para el medio ambiente y la salud humana.</p>

						degradación de la tierra.	
						<p>Impacto potencial en la salud ocular, con creciente incidencia de infecciones por tracoma, afecciones oculares por deficiencia de vitamina A, catarata, enfermedades oculares alérgicas, glaucoma y degeneración macular relacionada con la edad (DMAE), como consecuencias directas o indirectas de las condiciones climáticas extremas.</p> <p>El sector de la salud contribuye a las emisiones de carbono a nivel mundial. En países desarrollados, se estimó que el 53,8 % de emisiones de carbono procedían de adquisiciones, en su mayoría de equipos médicos desechables.</p> <p>En Inglaterra, se prevé que la demanda de cirugía de catarata</p>	<p>Reducir consumo de energía apagando las luces en los quirófanos y de equipos en desuso. El uso de luces de diodos emisores de luz (LED), temporizadores y detectores de movimiento; muestran reducción significativa en el gasto de energía.</p> <p>Reutilización de batas quirúrgicas.</p> <p>Establecer centros de tratamiento más pequeños o centros de detección para pacientes con enfermedades oculares crónicas como la DMAE, al reducir las emisiones de carbono asociadas al transporte.</p> <p>Uso de teleoftalmología y tecnología de la información sanitaria</p>
	Wong y otros <sup>(11)</sup>	y	2021	Reino Unido	Analítico, retrospectivo	Base de estudios previos	



						<p>aumentará un 50 % en los próximos 20 años a partir de 2017.</p>	<p>puede ayudar a ahorrar tiempo, energía y materias primas como papel y plástico.</p> <p>Uso de centros de imágenes y tecnología de inteligencia artificial sería un valioso complemento en la misión de mejorar la sostenibilidad en oftalmología y detección más precisa.</p> <p>Promoción de la sostenibilidad ambiental.</p>
	<p>Rother y otros<sup>(12)</sup></p>	<p>2020</p>	<p>Sudáfrica</p>	<p>Descriptivo</p>	<p>Entrevista a grupos de enfoque</p>	<p>Este estudio examinó las percepciones sobre el calor ocupacional y la exposición al sol y la salud.</p> <p>Prevención de riesgos entre los trabajadores forestales que eliminan vegetación exótica invasiva en el Cabo Occidental, Sudáfrica, con el fin de determinar el grado de exposición solar, y el nivel</p>	<p>Nivel de conocimiento sobre exposición a radiación solar.</p> <p>Medidas de protección cuando hacía demasiado calor, los trabajadores toman descansos regulares: descanso bajo sombra, beber agua, nadar o mojar camisas y compartir cargas de trabajo.</p>

						de conocimiento en este ámbito, y brindar mayor información a los trabajadores sobre los riesgos patológicos de la exposición duradera a la radiación solar como son las cataratas, pterigión y degeneración macular.	Las personas buscan medidas para reducir el calor para sentirse más frescos, pero la exposición a los rayos UV solares puede ocurrir en condiciones de viento fresco, pleno verano o mediodía e inducir quemaduras solares sin la sensación de "calor".
	Meier y otros <sup>(13)</sup>	2020	Alemania	Descriptivo	Repositorio y bases de datos	Los efectos de la radiación, tanto ionizante como no ionizante, se basan en principio en su capacidad para cambiar el contenido de energía y la estructura de la materia y dependen de la energía transferida. Esto puede tener un impacto en las células vivas que podrían dañarse, lo que podría provocar efectos graves para la salud, como	La reducción de la exposición a la radiación es en principio posible durante eventos severos de radiación solar transitoria. En los casos en que el transporte de pasajeros o mercancías no sea crítico en términos de tiempo, los vuelos podrían retrasarse hasta que el componente de radiación adicional debido a un evento de radiación solar haya

						cáncer y catarata.	disminuido para reducir el tiempo que se pasa en el campo de radiación en la atmósfera.
	Salvadori y otros <sup>(14)</sup>	2019	Italia	Experimental	Información técnica y relaciones analíticas, algoritmos.	<p>La sobreexposición a la radiación ultravioleta puede producir efectos adversos agudos, crónicos y a largo plazo en los ojos como catarata. Entre las personas con mayor exposición se encuentran trabajadores agrícolas y hortícolas, pescadores, trabajadores en el campo de la construcción, socorristas, guías de estaciones de esquí, etcétera.</p>	<p>Monitorear o predecir la dosis diaria de radiación UV eritematosa que reciben las personas (medidas SED), en especial trabajadores ayudarán a resaltar posibles sobre exposiciones y tomar acciones correctivas por adelantado.</p> <p>Uso de dosímetros personales para mediciones solares directas al utilizar detectores de polisulfona (PS) u óxido de polifenileno (PPO), calibrados para exposición eritematosa.</p> <p>Uso del algoritmo para el cálculo de la dosis de UV eritematosa</p>

							en superficies inclinadas expuestas a la radiación solar.
	Bais y otros <sup>(15)</sup>	2018	Global	Descriptivo	Paneles de expertos que informan a las Partes del Protocolo de Montreal	<p>El cambio climático y las estrategias para su mitigación cambiarán los riesgos inducidos por los rayos UV para la salud humana.</p> <p>Varias de las ocupaciones son realizadas al aire libre, lo que aumenta los riesgos de exposición a la radiación ultravioleta.</p> <p>El área y la intensidad del daño ocular aumentan con el uso menos frecuente de gafas de sol, y se producen áreas más grandes en niños caucásicos con pigmentación más clara, color de ojos y cabello más claro, mayor número de quemaduras solares a lo largo de la vida y menor uso de sombreros para el sol.</p>	Beneficio de la prevención en programas, y sugieren que debería haber una mayor inversión en programas que promuevan la protección solar.

	Autores	Año	Departamento	Diseño	Herramienta	Hallazgos	Medidas de mitigación
N a c i o n a l	Bazan y otros <sup>(16)</sup>	2023	Huancayo	Descriptivo Correlacional	Encuestas	<p>De los pacientes de oftalmología un 87,6 % refieren exposición a los rayos UV, el 81,7 % tiene exposición con el polvo y un 58 % se encuentra en exposición al viento.</p> <p>Encontraron relación entre la incidencia de patología oftálmica como el pterigión con la edad, personas con exposición a altas temperaturas, áreas rurales, de gran altitud, ocupaciones al aire libre; directamente proporcionales al tiempo de exposición frente a elevados niveles de la luz solar UVB. Tanto el pterigión como la catarata pueden compartir factores de riesgo comunes o aparecer simultáneamente y/o</p>	<p>Promover uso de protectores oftálmicos como son los lentes protectores: solares UV400, polarizados, fotocromáticos, <i>fotoblue</i>, <i>blue protect</i>, <i>antireflex</i>; uso de gorros o sombreros, lágrimas artificiales y motivación a la población y trabajadores a efectuar controles periódicos por el servicio de oftalmología como detección de diversas patologías oftálmicas.</p>

						complicar una atención quirúrgica de catarata.	
	<i>Polo-Bravo y otros<sup>(17)</sup></i>	2021	Tacna	Analítico, retrospectivo	SENAMHI	<p>Los índices de radiación ultravioleta B sobre la ciudad de Tacna para el período 2012-2014 alcanzaron valores de 8, 10, 11 y 12 que exceden los estándares establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Por otro lado, los índices máximos de radiación ultravioleta B para el período 2012-2014 a nivel horario se registraron con valores entre 8 y 10 entre las 11:00 h a 13:00 h con niveles de riesgo muy altos.</p>	<p>Implementación de un plan de protección y prevención y ejecutar una masiva arborización en parques y avenidas que no permitan el paso de los rayos ultravioleta y se tengan lugares sombreados, esto con la finalidad de mitigar los efectos adversos de la radiación ultravioleta y proteger la salud de la población, en general. Asimismo, se recomienda a la población no exponerse a la irradiancia solar en horas de máxima radiación comprendidas entre las 10:00 h a 16:00 h durante todos los días del año, utilizar sombreros de ala ancha, sombrillas, lentes de sol cuyos cristales absorban la</p>

							RUV y el uso de protectores solares.
	Choquehuayta (18)	2019	Arequipa	Analítico, retrospectivo	Encuesta	<p>La influencia de la radiación solar en la salud de los habitantes del distrito de Cayma evidenció en los pobladores un 18,3 % con eritema solar, 22,7 % manchas y/o lunares, y se detectó un caso de melanoma maligno (0,3 %) y el 8,9 % con cataratas. Se concluyó que la influencia de la radiación solar aumenta de forma gradual con el tiempo de exposición, en especial entre las 10:00 a.m. y las 4:00 pm.</p> <p>Además, se observó que el 13,58 % de las personas se expone en menos de 30 minutos diarios, el 19,4 % entre 30 minutos y una hora, el 29,24 % entre una y dos horas, y el 37,34 % más de dos horas.</p>	<p>Para prevenir los efectos nocivos de la radiación solar, se proponen diversas medidas de protección:</p> <p>Buscar la sombra: Se recomienda evitar la exposición solar durante las horas de mayor intensidad, entre las 10:00 a.m. y las 4:00 p.m. Comprobar la intensidad de la radiación y usar la sombra como referencia es esencial.</p> <p>Proteger la piel con ropa: Utilizar ropa que cubra la mayor parte de la piel, como camisas de manga larga, pantalones y faldas largas. La ropa de tejido tupido ofrece una mejor protección. Contrario a la creencia popular, las prendas oscuras y</p>

						<p>Respecto al uso de medidas de protección, se encontró que el 53,5 % las utiliza alrededor de lo esperado, el 27,9 % de forma inadecuada y el 18.5 % de forma adecuada. Entre las medidas, el uso de ropa de manga larga es la opción más común (82,8 %), seguido por el sombrero (73,1 %) y la aplicación de bloqueador solar (70 %).</p>	<p>secas brindan una mayor defensa que las prendas claras o mojadas.</p> <p>Uso de sombrero: Se destaca la importancia histórica del sombrero como un artículo de protección solar. En la actualidad, sombreros de ala ancha, gorras y viseras son comunes y efectivos en la protección contra los rayos solares.</p> <p>Uso de lentes de sol: Los lentes de sol adecuados deben bloquear entre el 90 % y el 100 % de los rayos UVA y UVB. Al comprar lentes, se debe verificar la etiqueta para asegurarse de que proporcionen la protección necesaria.</p> <p>Uso de bloqueador solar: Es crucial utilizar un bloqueador solar con un</p>
--	--	--	--	--	--	--	---



						<p>factor de protección solar (SPF) de al menos 30. Leer las etiquetas para asegurar que el bloqueador protege contra los rayos UVA y UVB.</p> <p>Autoexamen de la piel: Realizar un autoexamen periódico de la piel es esencial. La regla del ABCDE puede ayudar a identificar signos de melanoma: asimetría, bordes irregulares, colores variados, diámetro mayor a 6 mm y evolución o cambio en el lunar.</p>
	Mendoza y otros <sup>(19)</sup>	2018	Ayacucho	descriptivo correlacional	Encuesta	<p>De un instituto educativo nivel secundario, se encontró que el 70,8 % de las estudiantes presentan un nivel de conocimiento deficiente y muy deficiente sobre los efectos de</p> <p>Uso de tejidos compactos, colores oscuros, prendas "seltas" se han visto que mejoran la protección UV.</p> <p>Sombrero con un ancho de ala o visera de 4 pulgadas o mayor.</p>

						<p>radiación solar; y el 71,7 % se mostró con una actitud indiferente ante estos efectos.</p>	<p>Uso de lentes grandes que cubran los ojos, y su cara lateral de ellos; con cristales oscuros de sol con filtro ultravioleta que absorban del 99 a 100 % del espectro completo de radiación ultravioleta (hasta 400 nm).</p>
	<p>Zegarra y Chambilla<sup>(20)</sup></p>	<p>2018</p>	<p>Arequipa</p>	<p>Analítico retrospectivo</p>	<p>Encuesta</p>	<p>El estudio realizado en los gestores de ventas de la empresa ESCOBESA reveló que había una distribución equitativa entre hombres (48,3 %) y mujeres (51,7 %). Además, todos los gestores de ventas estuvieron expuestos a la radiación solar durante al menos 6 horas diarias.</p> <p>En cuanto a las medidas preventivas, se encontró que el nivel de prácticas preventivas era medio, mientras que las actitudes preventivas y</p>	<p>Existen varios mecanismos entre naturales y físicos de protección contra la radiación solar. Los mecanismos naturales incluyen características como reparación del ADN y producción de melanina. Sin embargo, la eficacia de esta protección natural varía según la genética de cada persona.</p> <p>Por otro lado, la protección física es crucial. Por ello, debemos cubrir la mayor parte del cuerpo</p>

						<p>el conocimiento sobre la radiación solar eran altos en este grupo de trabajadores. Estos resultados sugieren que, a pesar de la alta exposición a la radiación solar, los gestores de ventas tenían actitudes y conocimientos positivos sobre las medidas preventivas para protegerse de los efectos nocivos de la radiación solar.</p>	<p>con prendas de vestir para prevenir los efectos negativos de la radiación solar. Se recomienda utilizar prendas gruesas y de preferencia de colores oscuros, ya que proporcionan una mayor protección, sombreros y gorras para proteger la cara y el cuello, lentes de sol homologados con filtros solares adecuados para una protección óptima, protectores solares químicos y protectores solares tópicos.</p>
--	--	--	--	--	--	--	---

### Impacto de la catarata en salud pública

Ante la exposición de la luz solar que está en aumento por la disminución constante de la capa de ozono, pueden ocurrir reacciones fotoquímicas en los tejidos oculares y provocar daño agudo y crónico a los ojos, ya que estos absorben diferentes longitudes de onda de radiación. La córnea, por ejemplo, absorbe la radiación UVB, mientras que la retina absorbe UVA y luz visible. Estos provocan trastornos oculares como es la catarata, seguida por otras alteraciones como la fotoqueratitis, la retinopatía aguda, la pinguécula, el pterigium, y el carcinoma de células escamosas de conjuntiva y córnea<sup>(19)</sup>. Por otro lado, la protección natural de los ojos contra la radiación UV incluye cejas, pestañas y reflejos de cierre parcial de los párpados. Sin embargo, en situaciones extremas como la exposición a camas solares o fuertes

reflejos de arena, agua o nieve, son estas defensas naturales insuficientes. La exposición excesiva a la radiación UV puede llevar a afecciones agudas como la fotoqueratitis y la fotoconjuntivitis, similares a quemaduras solares, aunque por lo general reversibles y no causan daños a largo plazo en los ojos o la visión. Formas extremas incluyen la “queratitis por soldadura al arco” y la “ceguera de la nieve.”<sup>(21)</sup> Dado que la catarata es la principal causa global de ceguera, produciendo un estimado de 15 millones de casos a nivel universal.<sup>(7,21)</sup> Esta enfermedad se correlaciona, en gran medida, con la exposición solar equivalente al 10 % de casos, en especial al ser tipo traumática secundaria a radiaciones, como es la radiación UVB.<sup>(7,19)</sup> Se estima que el 1 % de la disminución del ozono estratosférico, incrementa la transmisión de UVB, al resultar en un aumento de la tasa de incidencia de catarata en 0,7 %.<sup>(19)</sup> Es decir, la exposición prolongada a la radiación UVB conlleva a la opacidad del cristalino y a la ceguera.<sup>(4,21)</sup>

### **Importancia ante la disminución de la capa de ozono**

A pesar de que la radiación ultravioleta representa solo el 5 % del espectro solar que llega a la Tierra, es considerada el principal factor de riesgo para la salud humana.<sup>(14)</sup> La sobreexposición a los rayos ultravioleta del sol, debido al adelgazamiento de la capa de ozono por la contaminación y los gases de efecto invernadero, ha llevado a un aumento significativo en los problemas de salud. Dentro de los efectos nocivos se pueden observar los problemas cutáneos como el eritema, melanoma y manchas, así como los efectos oculares y se destacan las cataratas.<sup>(18)</sup> Sin embargo, la radiación ultravioleta también es esencial para la producción de vitamina D en el cuerpo humano.<sup>(14)</sup> En Latinoamérica hay una disminución crucial en la capa de ozono, cuya función constituye protegernos de la entrada de los rayos ultravioletas. Cabe resaltar que el Perú tiene el mayor índice de radiación ultravioleta según el informe Globocan, la presencia solar es constante, el aumento de la radiación solar se ha vuelto preocupante, debido al cambio climático y a la disminución de la capa de ozono, lo que lleva a un nivel de radiación en extremo alto.<sup>(18)</sup>

### **Medidas de mitigación ambientales**

Las medidas de protección de la capa de ozono y la reducción del calentamiento global, incluidas en el Protocolo de Montreal, permiten reducir la incidencia de las repercusiones, entre ellas, las oftalmológicas como la catarata y el pterigión.<sup>(15)</sup> Además, algunas medidas de mitigación empleadas incluyen la reducción de la contaminación en el campo de la oftalmología como: el uso de equipos y la instrumentación desechable, la concientización sobre la producción de residuos acumulativos y de su impacto en la sociedad.<sup>(11)</sup> Se plantea la adopción de una

tecnología más sostenible, como luces de diodos emisores de luz (LED), y sistemas de teleoftalmología, e incluso la incorporación de la inteligencia artificial en la detección precisa de los problemas oftalmológicos, con el objetivo de mejorar la sostenibilidad y proteger el medio ambiente para las generaciones futuras.<sup>(11)</sup> Una medida innovadora busca la formación de zonas con sombras más amplias y accesibles de forma natural, a través de la implementación de una masiva arborización en parques y avenidas, con el fin de reducir el contacto con la radiación ultravioleta, y de esta forma disminuir las consecuencias de la misma.<sup>(17)</sup>

### **Medidas de mitigación a nivel sanitario**

Realizar por medio de un personal técnico en prevención de riesgos de la empresa o institución, en conjunto con el comité del establecimiento, un listado que identifique a los trabajadores y los puestos de trabajo con potencial exposición a radiación UV, al tomar en consideración el índice de radiación ultravioleta solar para determinar el nivel de riesgo, obtenido a través de agencias estatales de meteorología, según la ubicación al que pertenece. Y los factores personales y ambientales, que estos puedan presentar para conservar una frecuencia en el trabajo que permita evitar o disminuir la exposición al riesgo, como es la consideración de las estaciones del año, como ocurre con el verano, donde se incrementa el índice de radiación UV, así como organizar horarios de comida en las horas con mayor índice de radiación UV.<sup>(4)</sup>

Implementar sistemas de paneles informativos modernos que, de forma automática y sincronizada con la ubicación, evidencie el índice de radiación solar, como se va implementando en diversos países de Latinoamérica,<sup>(4)</sup> que tienen un uso continuo de este tipo de medidas.

Dentro de las instituciones de salud, se busca reducir el consumo de energía y apagar las luces en los quirófanos. El uso de las luces LED, los temporizadores y los detectores de movimiento muestran una reducción significativa en el gasto de energía. Implementar la reutilización de las batas quirúrgicas, así como disminuir el aumento de los desechos. El uso de la teleoftalmología y la tecnología de la información sanitaria puede ayudar a ahorrar tiempo, energía y materias primas como el papel y el plástico.<sup>(11)</sup> Un empleo de centros de imágenes y tecnología de inteligencia artificial propondría un valioso complemento en la misión de mejorar la sostenibilidad en la oftalmología y en la detección más precisa. Así como el establecimiento periférico de centros de tratamiento más pequeños o centros de detección para pacientes con enfermedades oftalmológicas crónicas como la degeneración macular retinal, y reducir las emisiones de carbono asociadas al transporte.<sup>(11)</sup>

## Medidas de mitigación de uso personal

Se busca promover el uso de protectores oftálmicos como son los lentes protectores: solares UV400, polarizados, fotoblu, fotocromáticos, *blue protect*, *antireflex*; uso de gorros o sombreros, lágrimas artificiales y la motivación a la población y a los trabajadores a realizarse controles periódicos en el Servicio de Oftalmología como detección de diversas enfermedades oftálmicas.<sup>(16)</sup>

Los cristales de los lentes de color transparente absorben la mayor cantidad de radiación UVB, inferior a 320 nm, y provocan el pasaje de radiación UVA; a diferencia de los cristales de colores oscuros, que proveen una protección mayor para UVA y luz visible. Por ello, las organizaciones de salud visual de los Estados Unidos recomiendan el uso de lentes de sol con filtro UV, que absorban de un 99 a 100 % del espectro de la radiación UV (hasta 400 nm).<sup>(19)</sup>

Se recomienda el uso de sombreros<sup>(4,19)</sup> con un ancho de ala o visera de cuatro pulgadas o mayor. Ya que las viseras pequeñas inferior de 2,5 cm dan un factor de protección solar de 1,5 para el área de la nariz y una mínima cobertura al mentón.

Las viseras medianas de 2,5 cm a 7,5 cm proveen un factor de protección solar de 2 para el mentón y la nariz; las viseras de ala grandes (> 7,5 cm) presentan una protección solar de 3 para las mejillas, con una protección de 7 para nariz, de 5 para el cuello y de 2 para el mentón.<sup>(19)</sup>

El tipo de ropa puede actuar también como una medida de protección ante el incremento de radiación, como el material poliéster, que absorbe mejor los rayos UV; comparado con la lana, la seda, el nylon, el algodón y el rayón, que son los que menos absorben la radiación. Mientras que el color oscuro puede ofrecer una mayor fotoprotección que la ropa de colores claros. Asimismo, se ha visto que las fibras de la tela al encontrarse mojadas tienen menos poder fotoprotector.<sup>(19)</sup>

Además, se examinaron las percepciones de los trabajadores en el campo abierto sobre la exposición laboral con sobreexposición a la radiación solar ultravioleta (SUVR). Los trabajadores indicaron percibir impactos en la salud, debido al calor y la SUVR. Algunas de las estrategias locales de protección fueron la aplicación de ocre. Asimismo, una exposición prolongada a este tipo de radiación a nivel ocular conlleva un riesgo para la aparición de los problemas oculares como el pterigión, las cataratas y la degeneración macular. Se recomienda comprender las percepciones de los trabajadores y mejorar las estrategias de protección en este contexto.<sup>(12)</sup>

En un estudio realizado en Huancayo,<sup>(19)</sup> donde se encontró que el 75 % de los pacientes se encuentran expuestos a la radiación UV más de seis horas; un 80,5 % tienen constante exposición a temperaturas altas; el 87,6 % refieren exposición a los

rayos UV; 81,7 % a la exposición al polvo y el 58 % están expuestos al viento.<sup>(16)</sup> Para ello, una medida de mitigación que se recomendó fue la restricción al mínimo o la ovación de actividades y jornadas en ambientes abiertos con libre exposición de los rayos solares de civiles como son los escolares, los docentes y los trabajadores, en horas entre las 11:00 horas y 16:00 horas.

Las principales medidas de mitigación halladas son el uso de protectores oftálmicos personales, tales como los lentes protectores, y los gorros o los sombreros con un ancho de visera no menor de 4 pulgadas, pues ofrecen protección directa a los ojos contra la radiación solar, con énfasis en la radiación UVB.<sup>(5,16)</sup> Asimismo, las medidas indirectas más resaltantes se enfocan en reducir los factores ambientales que deterioran la capa de ozono, como el uso de tecnología sostenible y eco-amigable y de esta forma reducir la incidencia de lesiones oftalmológicas como las cataratas por exposición a la radiación solar.<sup>(11)</sup> Respecto a ello, *Echevarría-Lucas* y otros<sup>(22)</sup> mencionan que cualquier proceso que reduzca un efecto nocivo o un riesgo para la salud ambiental puede definirse como un reductor de enfermedades; es decir, cualquier acción a favor de la mitigación del cambio climático tiene impactos directos en la incidencia o la morbilidad de las enfermedades, como las cataratas.<sup>(22)</sup>

La revisión de la literatura científica parece confirmar que la exposición excesiva o crónica a la radiación UV conlleva a la formación de lesiones oculares como la catarata, la cual es la principal causa de ceguera en el mundo.<sup>(21,23)</sup> En este aspecto, diversos estudios resaltan que existe una relación bien establecida entre la exposición a rayos UV y la formación de cataratas corticales.<sup>(5,24,25)</sup>

La importancia de la disminución de la capa de ozono se puede observar en los diversos estudios encontrados, y se considera en mayor énfasis por *Salvadori* y otros,<sup>(14)</sup> quienes mencionaron que la radiación UV, a pesar de valorarse en un 5 % del espectro solar que llega a la Tierra, resulta uno de los principales causantes del riesgo para la salud. Como los efectos positivos y negativos que ocurren a nivel tisular en el ser humano por la exposición constante de SUVR.<sup>(14,26)</sup>

Esto se asevera en el estudio de *Choquehuayta*,<sup>(18)</sup> quien encontró que, el 37,34 % de los participantes arequipeños, manifestaron exponerse por más de dos horas bajo el sol; por lo que se evidenció que el incremento actual de horas bajo exposición a la radiación solar aumentaba los efectos negativos de la salud como el incremento del padecimiento de la catarata en un 7,89 %; así como en una exposición menor a una hora a un 11,89 %, y en dos horas, a más exposición.

Una manera de mitigar los efectos adversos para el medio ambiente y la salud humana sería con la reducción de las emisiones de nitrógeno, procedentes de la agricultura y de la ganadería. Los puntos de estudio de *Nieder y Benbi*,<sup>(10)</sup> quienes recomiendan la creación y la implementación de una gestión optimizada, basada en el concepto de las 4 R (tipo, dosis, momento y métodos correctos de aplicación del

fertilizante N), para mejorar el fijación biológica de N<sup>2</sup> (BNF); reducir la dependencia de los fertilizantes químicos; intercambiar proteínas de origen animal por proteínas de origen vegetal; implementar métodos mejorados de crianza de ganado y gestión del abono; así como avasallar las emisiones industriales y vehiculares de óxidos de nitrógeno a leyes de control de la contaminación. Esto fue apoyado por Wong y otros,<sup>(11)</sup> quienes sugieren el optar por medidas de cuidado y reducción del impacto ambiental, generado por los servicios oftalmológicos, al considerar lo impuesto por el Centro para la Atención Médica Sostenible, donde se detallan cinco principios que engloban a la prevención, el empoderamiento del usuario por medio de la promoción de la salud y la educación, el uso de las vías de telecomunicación, las alternativas bajas en carbono como el fin de evitar el uso del óxido de nitrógeno y la utilización de los recursos operativos. Todos ellos dentro de la formativa médica y de profesionales de salud.

En el ámbito de las instituciones de salud, se trabaja en la reducción del consumo de energía, mediante la práctica de apagar luces; así como emplear las tecnologías eficientes como LED, temporizadores y detectores de movimiento. Además, se promueve la reutilización de batas quirúrgicas como medida para disminuir los desechos. Asimismo, se plantea la adopción de la teleoftalmología y las tecnologías para la gestión de información sanitaria, lo que no solo economiza tiempo, sino también recursos como el papel y el plástico.<sup>(4,11)</sup>

Existen prácticas ambientales que reducen el impacto negativo en los procesos hospitalarios que incluye el ahorro de la energía eléctrica, el aumento del uso de la luz natural, la reducción del consumo de agua y la gestión adecuada de los residuos sólidos y las sustancias químicas. Resulta importante evitar el uso innecesario del material desechable y promover la separación y el reciclaje de los residuos no peligrosos en el lugar de origen.

Se enfatiza que la capacitación y el liderazgo del personal de salud son fundamentales para establecer prácticas sustentables tanto ambientales como económicas, al beneficiar a la sociedad y a la comunidad global.<sup>(27)</sup>

Por otro lado, la telemedicina se percibe como una solución para reducir el impacto ambiental al disminuir las emisiones de contaminantes atmosféricos, asociados a los viajes necesarios para las consultas presenciales, lo que a su vez contribuye a la sostenibilidad ambiental.<sup>(28)</sup>

Se busca fomentar el uso de protectores oftálmicos como lentes de sol con diversas características como UV400, polarizados, *fotoblue*, fotocromáticos, *blue protect* y antirreflejo. También, se recomienda el uso de gorros o sombreros con viseras de ciertas dimensiones para una protección adecuada. Además, la elección del tipo de ropa, como el poliéster, puede actuar como una medida de protección contra la radiación UV; mientras que las fibras mojadas ofrecen menor protección.



Como medida de mitigación se recomienda restringir o evitar las actividades al aire libre durante las horas de mayor exposición solar, sobre todo, para los escolares, los docentes y los trabajadores.<sup>(16,19)</sup>

De la misma manera, el Ministerio de Educación ha establecido medidas para proteger a los estudiantes de la exposición al sol y de las condiciones climáticas adversas. Estas acciones incluyen fomentar el uso de ropa delgada de algodón de manga larga y colores claros, evitar el color negro para reducir el calor, y cubrir la mayor parte del cuerpo. Además, se promueve el uso de bloqueadores solares con factor de protección UVA y UVB mayor de 50.<sup>(29)</sup>

Una limitación significativa de este análisis es la falta de investigaciones en América Latina, en especial en Perú, a pesar de la importancia del tema. Esta situación podría ser resultado de la ausencia de investigaciones o la restricción en la disponibilidad de fuentes. Resulta crucial resaltar la importancia de esta revisión, dado que la catarata representa la principal causa de ceguera a nivel global, y es un factor significativo el elevado nivel de radiación, debido a la disminución de la capa de ozono. La salud pública se ve afectada, y por lo tanto, resulta crucial implementar medidas de mitigación y abordar estos problemas.

Se hace un llamado a las autoridades, al personal sanitario y a la población, en general, a intervenir de manera activa y colaborativa. Además, se destaca la importancia de ir más allá de las campañas de concientización, enfocadas en fomentar la educación sobre el tema desde la edad escolar. Por tanto, se subraya la necesidad de implementar una variedad de acciones en los sistemas de salud, y abarcar aspectos ambientales, sanitarios y personales. Estas acciones son fundamentales para evitar los impactos perjudiciales de la radiación y asegurar la seguridad, el bienestar de las personas; así como la salud pública y la incidencia de los problemas oftalmológicos.<sup>(9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20)</sup>

Se concluye que las medidas de mitigación más resaltantes en los estudios analizados incluyeron la implementación de paneles informativos de nivel de la radiación, la reducción de los insumos hospitalarios desechables, el uso de la protección personal como los lentes fotoprotectores, la ropa oscura, los gorros y el énfasis de la importancia de evitar las actividades al aire libre durante las horas de mayor exposición solar. Estas medidas son esenciales para prevenir los efectos nocivos de la radiación y garantizar la seguridad y el bienestar de las personas, la salud pública y la morbilidad oftalmológica.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen a los doctores José Manuel Vela Ruiz y Joyce Desposorio Robles por su asesoría.

## Referencias bibliográficas

1. Romo C, Camacho C, Marmolejo Y, Otazo E. Actividades antrópicas: deterioro de la capa de ozono estratosférico. *Pädi Bol Cienc Básicas Ing ICBI*. 2019;7(13):1-5. DOI: <https://doi.org/10.29057/icbi.v7i13.3428>
2. Muller M. Cambio climático y las perspectivas del Acuerdo de París para el Perú. *Agenda Int*. 2017;24(35):67-79. DOI: <https://doi.org/10.18800/agenda.201701.004>
3. Hayashi K, Itsubo N. Damage Factors of Stratospheric Ozone Depletion on Human Health Impact with the Addition of Nitrous Oxide as the Largest Contributor in the 2000s. *Int J Life Cycle Assess*. 2023;28(8):990-1002. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02174-w>
4. Toledo B. Guía técnica en prevención de exposición laboral a radiación ultravioleta de origen solar en trabajos al aire libre [Tesis de maestría]. Universidad Pública de Navarra; 2023 [acceso 21/09/2023]. Disponible en: <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/handle/2454/45735>
5. Molinet L, Pérez A. El rol epigenético de la radiación ultravioleta y estrés oxidativo en la formación de cataratas. *Rev. Cub. Oftalmol*. 2022 [acceso 21/09/2023];35(4):13. Disponible en: [https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762022000400011](https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762022000400011)
6. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Enfermedades no transmisibles y transmisibles. Perú; 2022 [acceso 21/09/2023]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/4233635-peru-enfermedades-no-transmisibles-y-transmisibles-2022>
7. Organización Mundial de la Salud. Radiación ultravioleta; 2022 [acceso 21/09/2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ultraviolet-radiation>
8. Instituto Nacional de Salud. Prioridades de investigación en salud; 2023 [acceso 21/09/2023]. Disponible en: <https://web.ins.gob.pe/es/investigacion-en-salud/prioridades-de-investigacion>
9. Saeedi R, Miri H, Abtahi M, Dobaradaran S, Koolivand A, Jorfi S, et al. National and Subnational Burden of Disease Attributable to Occupational Exposure to Solar Ultraviolet Radiation (SUVR) in Iran, 2005-2019. *Int J Hyg Environ Health*. 2022;240:113897. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113897>

10. Nieder R, Benbi D. Reactive Nitrogen Compounds and Their Influence on Human Health: an Overview. *Rev Environ Health*. 2022;37(2):229-46. DOI: <https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0021>
11. Wong Y, Noor M, James K, Aslam T. Ophthalmology going greener: A narrative review. *Ophthalmol Ther*. 2021;10(4):845-57. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40123-021-00404-8>
12. Rother H, John J, Wright C, Irlam J, Oosthuizen R, Garland R. Perceptions of Occupational Heat, Sun Exposure, And Health Risk Prevention: A Qualitative Study of Forestry Workers in South Africa. *Atmosphere*. 2020;11(1):37. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos11010037>
13. Meier M, Copeland K, Klöble K, Matthiä D, Plettenberg M, Schennetten K, *et al*. Radiation in the atmosphere-A hazard to aviation safety? *Atmosphere*. 2020;11(12):1358. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos11121358>
14. Salvadori G, Lista D, Burattini C, Gugliermetti L, Leccese F, Bisegna F. Sun Exposure of Body Districts: Development and Validation of an Algorithm to Predict the Erythema Ultraviolet Dose. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(19):3632. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16193632>
15. Bais A, Lucas R, Bornman J, Williamson C, Sulzberger B, Austin A, *et al*. Environmental Effects of Ozone Depletion, UV Radiation and Interactions with Climate Change: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, update 2017. *Photochem Photobiol Sci*. 2018;17(2):127-79. DOI: <https://doi.org/10.1039/C7PP90043K>
16. Bazan S, Mora C. Factores de riesgo asociados al pterigión ocular en pacientes del Área de Oftalmología de la Clínica Doktuz-Lima, 2022 [Tesis de licenciatura]. Universidad Continental; 2023 [acceso 21/09/2023]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12851>
17. Polo C, Miranda G. Cuantificación y caracterización de la radiación ultravioleta-B en la ciudad de Tacna, período 2012-2014. *Tecnia*. 2020;30(1):43-52. DOI: <https://doi.org/10.21754/tecnia.v30i1.854>
18. Choquehuayta L. Influencia de la radiación solar en el estilo de vida de los pobladores del Distrito de Cayma-Arequipa [Tesis de licenciatura]. Universidad Continental; 2019 [acceso 21/09/2023]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/6117>
19. Mendoza E, Raymunde M. Conocimiento y actitud sobre los efectos de la radiación solar en las estudiantes de nivel secundario de la Institución Educativa Estatal "09 de diciembre", Ayacucho-2018 [Tesis de licenciatura]. Universidad

Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2018 [acceso 21/09/2023]. Disponible en: <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3465>

20. Zegarra A, Chambilla J. Determinación del nivel de riesgo y medidas preventivas por exposición a radiación solar para gestores de ventas en ECOBESA-Arequipa 2018 [Tesis de licenciatura]. Universidad Tecnológica del Perú; 2019 [acceso 21/09/2023]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/1941>

21. Sarmiento G. Exposición a radiación ultravioleta solar de docentes del área de educación física en el municipio de Bello, 2018-2019 [Trabajo académico]. Universidad de Antioquia; 2020 [acceso 21/09/2023] Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/29804>

22. Echevarría-Lucas L, Senciales-González J, Medialdea-Hurtado M, Rodrigo-Comino J. Impact of Climate Change on Eye Diseases and Associated Economical Costs. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(13):71-97. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18137197>

23. Kamari F, Hallaj S, Dorosti F, Alinezhad F, Taleschian-Tabrizi N, Farhadi F, et al. Phototoxicity of environmental radiations in human lens: Revisiting the pathogenesis of UV-induced cataract. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2019;257(10):2065-73. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00417-019-04390-3>

24. Hernández C, Durán A, Cortés M. Lesiones oculares y radiación ionizante. *Rev Colomb Cardiol*. 2020;27:72-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2019.09.004>

25. Micun Z, Falkowska M, Młynarczyk M, Kochanowicz J, Socha K, Konopińska J. Levels of Trace Elements in the Lens, Aqueous Humour, and Plasma of Cataractous Patients-A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(16):10376. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph191610376>

26. Helfenstein K. Healing the Ozone Layer Through Diplomacy. International Institute for Sustainable Development; 2021 [acceso 21/09/2023]. Disponible en: <https://www.iisd.org/articles/healing-ozone-layer>

27. Rojas H, Díaz M, Muro I, Díaz R. Sostenibilidad ambiental de la práctica clínica, una nueva visión para enfermería. *ACC CIETNA Rev Esc Enferm*. 2020;7(1):116-25. DOI: <https://doi.org/10.35383/cietna.v7i1.353>

28. Gorgojo J, Zugasti A. Diabetes y telemedicina: Una visión de futuro. *Rev Diabetes*. 2022 [acceso 21/09/2023]. Disponible en: <https://www.revistadiabetes.org/tecnologia/diabetes-y-telemedicina-una-vision-de-futuro/>

29. Aquino Y. Plan de intervención para la mejora de la actitud hacia el cuidado con la radiación UV en la I.I. "Javier Heraud", Huancán-2019 [Tesis de licenciatura].

Universidad Nacional del Centro del Perú; 2021 [acceso 21/09/2023]. Disponible en:  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7842>

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.