
LUZ AZUL Y ULTRAVIOLETA COMO FACTOR DE RIESGO OCULAR.

BLUE AND ULTRAVIOLET LIGHT AS AN OCULAR RISK FACTOR.

¹González Salas, Raúl. ²Monsalve Guamán, Aldemar Alejandro, ³Vidal del Río, Mildre Mercedes.

¹PhD. Universidad Regional Autónoma de los Andes. Ambato. Ecuador

²Estudiante. Medicina. Universidad Regional Autónoma de los Andes. Ambato. Ecuador

³MSc. Universidad Regional Autónoma de los Andes. Ambato. Ecuador

González Salas, Raúl. Monsalve Guamán, Aldemar Alejandro. Vidal del Río, Mildre Mercedes. LUZ AZUL Y ULTRAVIOLETA COMO FACTOR DE RIESGO OCULAR. Rev UNIANDES Ciencias de la Salud 2021 sep-dic; 4(3): 869-878.

RESUMEN

Actualmente las pantallas constituyen una parte intrínseca en la vida diaria de los seres humanos, al utilizar una tableta, un computador, un celular o incluso ver el televisor nos exponemos a una cantidad perjudicial de luz azul, la misma que puede traer consecuencias para la piel y en especial para los ojos en dependencia del tiempo y la intensidad de la exposición. La exposición a la luz azul se convierte entonces, en un riesgo laboral que muchos profesionales experimentan al cumplir con sus actividades. Sin embargo, esta problemática no es exclusiva del sector laboral ya que se ha normalizado el uso

de dispositivos electrónicos y se extiende a otros grupos como estudiantes e incluso niños. Por esta razón se necesitan conocer las consecuencias que esto tiene en la visión para de esta forma concientizar a los usuarios y exhortarlos para que disminuyan su uso, tomen medidas y que regulen el tiempo de uso en los niños.

Palabras clave: radiación UV, luz azul, factor de riesgo

ABSTRACT

Currently screens are an intrinsic part of the daily life of human beings, when using a tablet, a computer, a cell phone or even watching TV we expose ourselves to a harmful amount of blue

light, the same that can have consequences for the skin and especially for the eyes depending on the time and intensity of the exposure. Exposure to blue light then becomes an occupational hazard that many professionals experience when carrying out their activities. However, this problem is not exclusive to the labor sector since the use of electronic devices has been normalized and extends to other groups such as students and even children. For this reason, it is necessary to know the consequences that this has on the vision in order to raise awareness among users and urge them to reduce its use, take measures and regulate the time of use in children.

Key words: UV radiation, blue light, risk factor

INTRODUCCIÓN

Las células visuales como conos y bastones son las encargadas de transformar la luz visible para el ojo humano, que llegue, a la retina en impulsos eléctricos transmitidos al cerebro, sin embargo, no pueden captar toda la luz perteneciente al espectro electromagnético. En 1671, Isaac Newton utilizó por primera vez la palabra espectro para referirse a un fenómeno que observó cuando un rayo de luz blanca del sol fue desviado por

un prisma generando un “espectro” de colores.^{1,2}

Debido a que la penetración de la luz en el ojo es diferente en cada persona y su edad, es imposible definir con precisión el espectro visible. Por esta razón, la Comisión Internacional de iluminación (CIE) define una visión de referencia entre una longitud de onda en el vacío de 380 nanómetros (nm) en azul y una longitud de onda en un vacío de 780 nm en rojo, a la que nos podemos referirnos de ser necesario. Del total de longitudes de onda transmitidas por la atmósfera terrestre, el espectro visible ocupa la mayor parte del rango.^{1,2}

Estar expuesto a luz azul y ultravioleta es muy común actualmente debido a que en los últimos años el mundo se ha visto expuesto a la revolución digital y la generalización del uso de dispositivos electrónicos como celulares, tabletas y computadoras portátiles. Existen varias enfermedades provocadas por el uso de pantallas LED (Light-Emitting Diode) como fatiga visual, ojos secos, deslumbramiento, daño de las células retinales y alteración de los ciclos fisiológicos.³ Desde finales del siglo XX existe la creencia de que la luz dentro del espectro visible de la longitud de la onda azul causa múltiples daños a diversas estructuras oculares, de la misma manera que la luz ultravioleta.⁴

El riesgo de la exposición de la retina a la luz azul reside en la alta energía fotoquímica que esta tiene e induce apoptosis celular en las células del epitelio pigmentario de la retina. Este riesgo se ha podido demostrar utilizando fuentes de luz de alta intensidad. Las longitudes de onda en el espectro electromagnético que pueden causar este daño en la retina son las de 400 a 500 nanómetros, es decir, la luz azul.⁴

El objetivo de este artículo de revisión es examinar la información científica existente con relación a los riesgos que se pueden desarrollar debido a la constante exposición del ojo humano tanto a la luz azul como a la ultravioleta debido a que este factor es responsable de gran parte de las complicaciones oftalmológicas en seres humanos.

Materiales y métodos Para este trabajo se ha realizado una revisión exhaustiva y actualizada de artículos científicos de relevancia médica sobre algunos factores de riesgo para enfermedades oculares. Para la obtención de información se obtuvo información de revistas indexadas en Scielo, Elsevier, Redalyc y Latindex, con ayuda de la lectura comprensiva y crítica para recolectar datos específicos con el fin de brindar información actualizada sobre la problemática.

Resultados

El espectro electromagnético está compuesto por ondas capaces de propagarse por el espacio a la velocidad de la luz y a su vez transmitir energía. Podemos clasificar a estas ondas electromagnéticas en orden decreciente en ondas de radio, microondas, infrarrojo, luz visible, ultravioleta, rayos X y rayos gamma.⁵

Banda	Longitud de onda(m)	Frecuencia(Hz)	Energía (J)
Rayos gamma	$< 10 \times 10^{-12} \text{m}$	$> 30,0 \times 10^{18} \text{Hz}$	$> 20 \cdot 10^{-15} \text{ J}$
Rayos X	$< 10 \times 10^{-9} \text{m}$	$> 30,0 \times 10^{15} \text{Hz}$	$> 20 \cdot 10^{-18} \text{ J}$
Ultravioletaextremo	$< 200 \times 10^{-9} \text{m}$	$> 1,5 \times 10^{15} \text{Hz}$	$> 993 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
Ultravioletacercano	$< 380 \times 10^{-9} \text{m}$	$> 7,89 \times 10^{14} \text{Hz}$	$> 523 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
Espectro Visible	$< 780 \times 10^{-9} \text{m}$	$> 384 \times 10^{12} \text{Hz}$	$> 255 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
Infrarrojocercano	$< 2,5 \times 10^{-6} \text{m}$	$> 120 \times 10^{12} \text{Hz}$	$> 79 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
Infrarrojomedio	$< 50 \times 10^{-6} \text{m}$	$> 6,00 \times 10^{12} \text{Hz}$	$> 4 \cdot 10^{-21} \text{ J}$
Infrarrojolejano/submilimétrico	$< 1 \times 10^{-3} \text{m}$	$> 300 \times 10^9 \text{Hz}$	$> 200 \cdot 10^{-24} \text{ J}$
Microondas	$< 10^{-2} \text{m}$	$> 3 \times 10^8 \text{Hz}$	$> 2 \cdot 10^{-24} \text{ J}$
Ultra Alta Frecuencia-Radio (UHF)	$< 1 \text{ m}$	$> 300 \times 10^6 \text{Hz}$	$> 19.8 \cdot 10^{-26} \text{ J}$
Muy Alta Frecuencia-Radio (VHF)	$< 10 \text{ m}$	$> 30 \times 10^6 \text{Hz}$	$> 19.8 \cdot 10^{-28} \text{ J}$
Onda Corta - Radio	$< 180 \text{ m}$	$> 1,7 \times 10^6 \text{Hz}$	$> 11.22 \cdot 10^{-28} \text{ J}$
Onda Media - Radio	$< 650 \text{ m}$	$> 650 \times 10^3 \text{Hz}$	$> 42.9 \cdot 10^{-29} \text{ J}$
Onda Larga - Radio	$< 10 \times 10^3 \text{m}$	$> 30 \times 10^3 \text{Hz}$	$> 19.8 \cdot 10^{-30} \text{ J}$
Muy Baja Frecuencia - Radio	$> 10 \times 10^3 \text{m}$	$< 30 \times 10^3 \text{Hz}$	$< 19.8 \cdot 10^{-30} \text{ J}$

Tabla 1 Espectro Electromagnético ⁵

Para poder hablar de luz primero debemos señalar unos aspectos técnicos como el lumen que es la unidad que expresa la cantidad total de luz emitida por una fuente. La candela (cd) es la unidad usada para expresar la cantidad de luz emitida en una dirección determinada, es decir, la intensidad de luz. La cantidad de luz recibida en un área determinada se expresa mediante la luminancia (cd/m^2)¹

Los siguientes expuestos nos ayudan a comprender de mejor manera la cantidad de luz a la que nuestros ojos se ven expuestos en el día a día:

Nieve al sol: $10,000 \text{ cd} / \text{m}^2$

Cielo azul : $5000 \text{ cd} / \text{m}^2$

TELEVISIÓN: $400 \text{ cd} / \text{m}^2$

Computadora: $250 \text{ cd} / \text{m}^2$

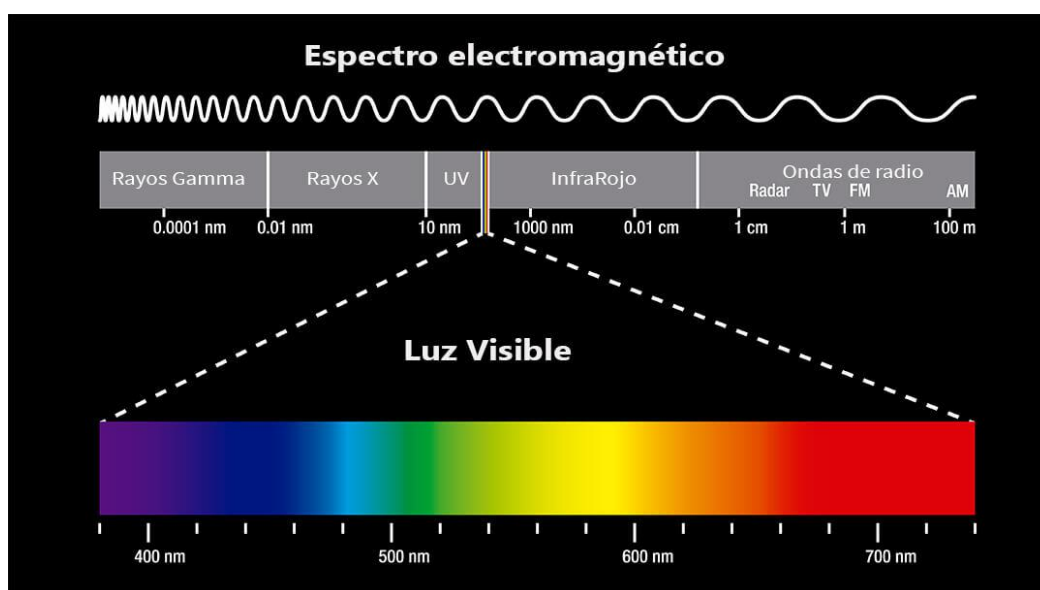


Figura 1 Espectro electromagnético. (Iñaki Linazasoro)

En la Figura 1 se presenta el espectro electromagnético del cual el ojo humano no es capaz de percibir la mayor parte. Además, se observa la longitud de onda de la luz visible del espectro electromagnético.

Lo que conocemos como luz azul es la longitud de onda corta dentro de la luz visible del espectro electromagnético, el mismo que va de 380 a 510 nm e incluye luz violeta, índigo, azul y alguna luz azul-verdosa, este rango de luz visible cumple un rol contradictorio en la salud y la visión. La visión del color no es el único campo en el que la luz azul es esencial, sino que también

desencadena respuestas fisiológicas imprescindibles como la contracción de la pupila y la sincronización del ritmo circadiano. No obstante, la luz azul ha demostrado ser dañina para la salud del ojo humano en un espectro de 415-455nm. Al momento de explicar la amenaza que esta luz representa para las estructuras críticas dentro del ojo se utiliza el término “riesgo de luz azul”.^{6,7}

Existen colores de referencia utilizados para representar a intervalos de longitudes de onda vistas por el ojo humano. En la siguiente tabla se encuentran los principales.

Color	Longitud de onda
Púrpura	380 nm - 449 nm
Azul morado	449 nm - 466 nm
Violeta Azul	466 nm - 478 nm
Azul	478 nm - 483 nm
Azul Verde	483 nm - 490 nm
Verde Azul	490 nm - 510 nm

Tabla 2 Longitud de onda y sus colores referenciales de la luz azul

Actualmente se desconoce el mecanismo que produce daño a los fotorreceptores mediante la exposición prolongada a la luz azul. Sin embargo, varios estudios señalan a la lipofuscina, que es una mezcla fluorescente de proteínas y lípidos parcialmente digeridos, cuyo pico de absorción bordea los 450 nm, como un mediador factible del riesgo de daño retiniano debido a una exposición prolongada de luz azul. Este pigmento se acumula en forma de gránulos en los lisosomas del epitelio pigmentario retiniano. La lipofuscina produce especies reactivas de oxígeno cuando absorbe la luz azul causando que los radicales libres provoquen un daño oxidativo en la retina.^{2,8,9}

El ojo tiene la capacidad de vivir en un mundo de luz. Tiene la función de transformar los estímulos de luz en visión. La retina se encarga de transformar la energía física en eléctrica

para producir la visión, las otras estructuras del ojo transmiten y moderan la luz que ingresa al determinante de la visión. Sin embargo, algunos de los espectros visuales resultan perjudiciales.¹⁰

Una de las principales consecuencias de la luz azul emitida por pantallas es el síndrome de visión por computadora (CVS). La Asociación Estadounidense de Optometría define como CVS o fatiga digital ocular a un grupo de problemas relacionados con los ojos y la vista que resultan del uso prolongado de computadoras, tabletas, lectores electrónicos y teléfonos celulares. Esta enfermedad puede ser definida como riesgo laboral en profesiones como banqueros, médicos, desarrolladores de software entre otros. Sin embargo, este problema se expande a muchas personas más gracias a la actual normalización de estos dispositivos.^{11,12,13,14}

“Una correcta higiene visual implica, asimismo: un espacio de trabajo ergonómico, una buena postura, manteniendo la cabeza y la espalda rectas, una buena luminosidad, reducida en el caso de las pantallas, una habitación suficientemente iluminada, hacer pausas cada 20 minutos, alternar actividades con la pantalla cerca/lejos y usar unas lentes adecuadas”. (Helen Summers)¹⁵

La alteración de los ritmos circadianos puede ser causada por exposición a la luz azul sobre todo en periodos nocturnos. El ritmo circadiano es un ciclo natural con oscilaciones de las variables biológicas que experimenta un cuerpo en intervalos regulares de tiempo, generalmente 24 horas.^{16,17} Los ritmos circadianos son ligeramente diferentes en cada persona, aunque la duración promedio es de 24 horas y cuarto. Si una persona permanece despierta hasta altas horas de la noche, su ritmo circadiano será más largo. Por otra parte, si se despierta temprano su ritmo puede incluso no llegar a las 24 horas de duración.¹⁸

Si bien es cierto resulta casi imposible evitar por completo la luz azul, existen varias prácticas que se pueden llevar a cabo para disminuir las consecuencias perjudiciales de la misma. Es factible usar luces rojas y tenues como luces nocturnas debido a que es menos probable que la luz roja influya en el

ritmo circadiano y suprima la secreción de melatonina como lo hace la luz azul. Se debe evitar el uso de pantallas brillantes al menos tres horas antes de la hora de acostarse, de no ser posible se puede considerar el uso de lentes que bloqueen la luz azul o a su vez programar a los dispositivos para que eviten emitir luz azul por la noche. Exponerse a mucha luz brillante y natural durante el día puede contrarrestar los efectos de la luz azul por la noche aumentando la capacidad para dormir, así como el estado de ánimo y de alerta durante el día.^{18,19,20,21}

Conclusiones

Los avances tecnológicos y la revolución de los artefactos digitales han ocasionado el incremento y generalización de la virtualidad en la actividad cotidiana de los seres humanos, siendo un factor contradictorio para la salud visual, debido a que la exposición a la onda azul y ultravioleta pertenecientes al espectro de luz visible emitida por estos dispositivos digitales pueden llegar a ocasionar un daño directo en la estructura de la retina.

Si bien la luz es imprescindible para una gran variedad de situaciones a las que se somete el ojo humano, el denominado "riesgo de luz azul" se ha determinado como una amenaza a la

cual se inicia con la exposición del ojo a un espectro de 415- 455 nm. el mismo que se define como la longitud de onda corta dentro de la luz visible del espectro electromagnético.

Referencias Bibliográficas

1. Renard G, Leid J. Les dangers de la lumière bleue : la vérité ! J Fr Ophtalmol 2016; <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfo.2016.02.003>
2. Tosini, Gianluca et al. "Effects of blue light on the circadian system and eye physiology." *Molecular vision* vol. 22 61-72. 24 Jan. 2016.
3. Molina, V. G. "Luz azul. De las evidencias científicas a la atención al paciente." CLINICA 96; 2017.
4. Domínguez-Salgado, L. Andrés, et al. "¿Es útil el filtro para luz azul de los lentes intraoculares y aéreos para mejorar la salud visual? Una revisión sistemática de la literatura Is the blue light filter for spectacle and intraocular lenses helpful in improving ocular health? A systematic review of the." REVISTA MEXICANA. 2020; 94.1: 23-38.
5. Díaz Saura, Rosa María. "Estudio bibliográfico de los efectos de la luz azul relacionados con la prevención de riesgos laborales." 2020.
6. Smick, K., Villette, T., Boulton, M., Brainard, G., Jones, W., Karpecki, P., Melton, R. and Thomas, R. RIESGO DE LA LUZ AZUL: nuevos hallazgos y nuevos enfoques para preservar la salud ocular. Points de Vue - Revista Internacional de Óptica Oftálmica; 2013. 68, pp.37 - 48.
7. Skoog, D., Holler, J. and Crouch, S. Principios De Análisis Instrumental. 7th ed. México D.F: CENGAGE Learning; 2018, pp.250 - 280.
8. Adler, L., Boyer, N., Chen, C., Ablonczy, Z., Crouch, R. and Koutalos, Y.,. The 11-cis Retinal Origins of Lipofuscin in the Retina. Progress in Molecular Biology and Translational Science. 2015; pp.e1-e12.
9. Vicente-Tejedor, J., Marchena, M., Ramírez, L., García-Ayuso, D., Gómez-Vicente, V., Sánchez-Ramos, C., de la Villa, P. and Germain, F. Removal of the blue component of light significantly decreases retinal damage after high intensity

- exposure. PLOS ONE. 2018; 13(3), p.e0194218.
10. Zainuddin, Huda & Isa, Muhammad. Effect of Human and Technology Interaction: Computer Vision Syndrome among Administrative Staff in a Public University. 2014.
 11. Chawla, A., Lim, T., Shikhare, S., Munk, P. and Peh, W.,. Computer Vision Syndrome: Darkness under the Shadow of Light. Canadian Association of Radiologists Journal; 2019. 70(1), pp.5-9.
 12. Aoa.org. Computer Vision Syndrome. 2020. [online] Available at: <<https://www.aoa.org/healthy-eyes/eye-and-vision-conditions/computer-vision-syndrome?sso=y>> [Accessed 22 October 2020].
 13. Gangamma, M P et al. "A clinical study on "Computer vision syndrome" and its management with Triphala eye drops and Saptamrita Lauha." Ayu 2010, vol. 31,2: 236-9. doi:10.4103/0974-8520.72407.
 14. Indu, R.,. Computer Vision Syndrome-An Emerging Occupational Hazard. Computer Vision Syndrome-An Emerging Occupational Hazard, 2017 [online] 9(2), pp.293 - 297. Available at: <<http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:rjst&volume=9&issue=2&article=016>> [Accessed 23 October 2020].
 15. Bernal Escalante J. et al., The challenges of digital vision in a multi-screen world, Points de Vue, International Review of Ophthalmic Optics, N72, Autumn; 2015.
 16. Dunjó Arribas, Ana. "Función del órgano pineal en la regulación del ritmo circadiano del lacértido Gallotia galloti." 2019.
 17. Instituto Nacional del Cáncer.. Diccionario De Cáncer Del NCI. 2020 [online] Available at: <<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/definicion/ritmo-circadiano>> [Accessed 23 October 2020].
 18. Harvard Health.. Blue Light Has A Dark Side - Harvard Health. 2020 [online] Available at: <<https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/blue-light-has-a-dark-side#:~:text=The%20effect%20blue%20light%20has%20on%20your%20sleep%20and%20more.&text=Sleep%20suffers.,%2C>>

- %20heart%20disease%2C%20
and%20obesity.> [Accessed 22
October 2020].
19. Hanifin, John P. Circadian,
neuroendocrine and
neurobehavioral effects of
polychromatic light in humans.
Doctoral thesis, 2015. University
of Surrey.
20. Joowon Kim, Yunji Hwang,
Seungheon Kang, Minhye Kim,
Tae-Shin Kim, Jay Kim,
Jeongmin Seo, Hyojeong Ahn,
Sungjoon Yoon, Jun Pil Yun,
Yae Lim Lee, Hyunsoo Ham,
Hyeong Gon Yu & Sue K. Park
Association between Exposure
to Smartphones and Ocular
Health in Adolescents,
Ophthalmic Epidemiology, 2016.
23:4, 269-276, DOI:
10.3109/09286586.2015.11366
52
21. Achiron, A., Elbaz, U., Hecht, I.,
Spierer, O., Einan-Lifshitz, A.,
Karesvuo, P., Laine, I. and
Tuuminen, R., 2020. The Effect
of Blue-Light Filtering
Intraocular Lenses on the
Development and Progression
of Neovascular Age-Related
Macular Degeneration.
Ophthalmology.