

Investigación pág. 45-55.

Evaluación de protección que brindan las barreras oculares durante la fotopolimerización de las resinas compuestas en las clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá.

Dra. Rita Teresa Espósito C.

Universidad de Panamá. Facultad de Odontología. Departamento de Odontología Restauradora. Panamá. ritatere@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8519-5999>

Dra. Marcia Lorenzetti Cabal.

Universidad de Panamá. Facultad de Odontología. Departamento de Odontología Social. Panamá. melf1962@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2230-1202>

Dra. Ingrid Vargas.

Universidad de Panamá. Facultad de Odontología. Departamento de Odontología Restauradora. Panamá. ivargascorrea@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9266-8099>

Fecha de recepción: 4 diciembre 2019

Fecha de aceptación: 25 marzo 2020

Resumen:

Las lámparas LED (Luz Emitida por Diodos) que se utilizan actualmente para la fotopolimerización de las resinas compuestas emiten luz azul de alta intensidad, en longitud de onda de 420 a 500nm (nm=nanómetros) y las LED de amplio espectro también emiten longitudes de onda entre los 380 y 420nm que corresponden a la luz ultravioleta, por lo cual los odontólogos, el personal de apoyo y los pacientes están expuestos diariamente a estas radiaciones perjudiciales. Existe una gran variedad de barreras protectoras de resina o policarbonato de distintos colores, cubiertas con películas contra rayas y reflejos, que tienen el propósito de bloquear la entrada de la luz azul y ultravioleta al ojo.

El propósito de este estudio fue evaluar de manera sencilla si los diferentes filtros o barreras

que se encuentran en las Clínicas de la Facultad y los que adquieren los estudiantes bloquean de forma efectiva la luz azul de las lámparas LED que ellos utilizan. Para efectuar el estudio, se colocó resina compuesta en preparaciones Clase I de 2mm de profundidad, realizadas en las superficies oclusales de molares artificiales. Se evaluaron diferentes tipos de barreras, polimerizando la resina a través de ellas para comprobar su efectividad, con el resultado de que los filtros naranjas fueron los que mejor bloquearon la transmisión de la luz, impidiendo que la resina polimerizara.

Palabras clave: Luz azul, barreras de protección, intensidad de la luz, longitud de onda, riesgo ocular.

Summary:

The LED (Light Emitting Diodes) light curing units which photocure the composite resins, deliver a high intensity blue light at a wavelength of 420 to 500nm and those with a broader spectrum also deliver wavelengths between 380 and 420nm, which correspond to the ultraviolet light (UV). This is the reason why the dentists, the dental team and the patients are exposed daily to these harmful radiations. There is a great variety of protective shields or barriers made of resin or polycarbonate in different colors, covered with films against scratches and reflections, aiming to block the entrance of blue and ultraviolet light to the eye.

The purpose of this study was to evaluate if the different shields found in the Dental School Clinics, and those acquired by the students, effectively blocked the blue light of the LED curing units they use. For the study, composite resin was placed in 2mm deep Class I preparations made in the occlusal surfaces of artificial molars. Different types of barriers or filters were tested by polymerizing the resin through them to confirm their effectiveness, resulting that the orange colored filters were able to block the transmission of light, by preventing the resin from polymerizing.

Keywords: Blue light, shields, light intensity, wavelength, ocular hazard.

Declaración de conflictos de intereses Las autoras declaran que no existen conflictos de intereses con respecto a la publicación de este artículo.

Introducción

En Odontología se realizan numerosos procedimientos estéticos que involucran resinas compuestas de diferentes consistencias, las cuales requieren la luz azul con energía de irradiación mínima de 600mWcm^2 para fotopolimerizar correctamente. También se efectúan los blanqueamientos dentales de consultorio, en los que la exposición a esta luz es mayor puesto que ésta se utiliza para activar rápidamente el peróxido de hidrógeno que contienen los agentes blanqueadores y obtener resultados estéticos más satisfactorios.¹

Diversos investigadores, médicos oftalmólogos y odontólogos están cada vez más convencidos de que la alta intensidad de la luz emitida por las lámparas de fotopolimerización es perjudicial para los ojos y cada vez se están realizando más estudios al respecto. Actualmente, las lámparas LED, tanto las convencionales como las de amplio espectro, son las más utilizadas y emiten una luz azul muy brillante en longitudes de onda entre 380 y 490nm, (en los rangos de la luz azul y luz ultravioleta), lo cual es indicador de que el personal odontológico está en riesgo de sufrir daños oculares por la exposición diaria a estas radiaciones.² La luz que proporciona la mayoría de las lámparas de fotocurado está en un rango entre los 400 y 500nm del espectro electromagnético.³

Con respecto a la seguridad del paciente y a los principios de protección de las radiaciones, los odontólogos deben ser más cuidadosos durante los procedimientos de fotocurado. La exposición prolongada puede causar daños térmicos a la pulpa y a otros tejidos expuestos a la luz.⁴ Si se emplea mayor irradiación de lo usual mientras se mantiene constante el tiempo de fotocurado, se puede provocar una lesión térmica en los tejidos orales del paciente y en el tejido pulpar.^{5,6} Pero si se aplica una irradiación demasiado baja o se polimeriza por un tiempo muy corto, se produce una polimerización inadecuada de las restauraciones lo cual puede alterar las propiedades mecánicas de las resinas y causar el fracaso temprano de las restauraciones.^{7, 8, 9}

Riesgos de la luz azul. La luz azul producida por las lámparas de fotocurado no es bien tolerada por el ojo humano. Es el doble de intensa que la luz solar y 33 veces más perjudicial para los fotorreceptores de la retina que la luz ultravioleta. Tiene 100 veces mayor capacidad

de pasar a través del lente y del humor acuoso y llegar directamente a la retina, produciendo el efecto de dispersión de la luz dentro del ojo, lo cual reduce la agudeza de la visión.¹⁰ Esto se debe a que la luz azul posee longitud de onda corta, por lo tanto, los fotones azules son más excitables, tienen más energía y pueden llegar más fácilmente a la retina, lo cual es motivo de gran preocupación.¹ (Figura 1). En pacientes mayores, quienes tienen alta incidencia de partículas flotantes en los ojos, la luz azul puede causar visión borrosa.¹¹ Estas longitudes de onda pueden producir daños de naturaleza fotoquímica (no térmica) a los fotorreceptores de la retina, daños que pueden considerarse irreversibles, ya que la exposición a estas radiaciones es acumulativa.^{12, 13}

Filtros o barreras oculares protectoras. Para proporcionar seguridad y protección ocular apropiada contra las radiaciones dañinas producidas por las unidades de fotocurado, se han desarrollado equipos protectores con el objetivo de bloquear la entrada de las luces azul y ultravioleta al ojo (Figura 2). Son barreras de resina o policarbonato, mayormente de color naranja, aunque también se encuentran en colores rojos, amarillos y negros. Pueden estar recubiertas con películas protectoras contra rayas y también antirreflejos. Existen cuatro tipos principales de barreras protectoras: anteojos o gafas, cauchos protectores para la punta de luz, pantallas manuales y pantallas adosadas a las lámparas, estas últimas de forma redonda u ovalada.³

En lo referente a la protección que brindan los filtros, no sólo es importante su color y material de fabricación, sino también su tamaño y el área que cubren. Los filtros adosados a las lámparas también constituyen una protección parcial y muchos de estos filtros son muy pequeños y no protegen adecuadamente los ojos, por lo que se deben usar en conjunto con las gafas o los escudo.² Además, la luz puede reflejarse y entrar a los ojos por los lados, por lo que las gafas también deben extenderse lateralmente para protegerlos mejor.¹⁴

En un estudio de Soares et al, en el año 2017, se evaluaron distintos filtros protectores de colores rojo y naranja de varios grosores, utilizando el Simulador de pacientes MARC y dos lámparas de fotocurado, para medir el porcentaje de transmisión de la luz azul a través de los filtros y la energía de irradiación que emitían en cada ciclo de fotopolimerización.² Nimannon et al, en 2017, evaluaron la transmisión de la luz azul a través de filtros de color rojo recubiertos con distintas marcas de películas protectoras para ventanas, utilizando un

espectrofotómetro de luz visible y ultravioleta.¹⁵ Ambos probaron la mayor efectividad de los filtros color naranja.

Los estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Panamá (F.O.U.P.) utilizan constantemente las lámparas LED en sus sesiones clínicas, tanto en Preclínica como en Clínica Integral, por lo que es de suma importancia que utilicen la protección adecuada para prevenir los riesgos oculares a los que pueden estar expuestos. Por ello, el propósito de este estudio fue evaluar de una manera sencilla y confiable si las diferentes barreras o filtros que se encuentran en las Clínicas de la F.O.U.P. y los que compran los estudiantes, bloquean de forma efectiva la luz azul de las lámparas.

Materiales y método:

Este estudio fue de tipo cuantitativo, con alcance exploratorio y descriptivo. El universo lo constituyeron quince diferentes filtros o barreras para bloquear la luz azul y, por conveniencia, la muestra estudiada la constituyó la totalidad del universo. En cuanto a los instrumentos de medición se utilizaron fotografías del proceso y se realizó la observación en campo para conocer los diferentes filtros y lámparas utilizados en las Clínicas de la FOUP.

En total se evaluaron quince (15) filtros protectores. Se utilizaron los filtros de seis modelos de lámparas (tres de la facultad y tres de propiedad de los estudiantes), los cuales se colocan en la punta de luz. Los otros tipos de filtros utilizados fueron ocho ejemplares de gafas o anteojos y una pantalla manual. Los colores de los filtros utilizados fueron: amarillo, negro, rojo y naranja.

Se utilizaron varios molares artificiales montados en tipodontos, a los cuales se les realizaron preparaciones Clase I de 2mm de profundidad, correspondientes al grosor máximo que debe tener un incremento de resina compuesta al ser colocado en una preparación (Figura 5). Para rellenar estas preparaciones se utilizó una resina compuesta universal (microhíbrida), de color A2. Se colocaron los diferentes filtros entre la punta de la lámpara y la superficie de la resina compuesta en cada molar para comprobar si eran efectivas bloqueando la luz azul, impidiendo o no la polimerización del material (Figura 6).

Para realizar la fotopolimerización se utilizaron dos modelos de lámparas, LED Curing Light SLC-VII/SMACO (China Dental) y Woodpecker LED LG Curing Light (Guilin Medical Instrument Co., Inc) (Figura 7). El tiempo utilizado para la polimerización fue de 10 segundos a la máxima potencia, ya que constituye el tiempo que dura cada ciclo de fotocurado de estas lámparas. La fotopolimerización se realizó a través de los distintos filtros o bloqueadores y luego se examinaron las superficies de la resina con el explorador No. 5, para comprobar si el material había polimerizado o no. Se recopilaron los datos y se realizó un análisis descriptivo de los resultados.

Resultados:

Se utilizaron quince filtros protectores. Seis filtros adosados a las lámparas correspondían a los tres modelos que operan en las Clínicas de la Facultad: LED Curing Light SLC-VII/SMACO (China Dental), WOODPECKER (Guilin Medical Instrument Co., Inc.), LITEX 696, (Dentamerica); y los otros tres modelos que son propiedad de estudiantes: Rainbow LED Curing Light (China), LINEBA LED Curing Light (China), LED Light (sin marca, China), todas de tipo LED convencional. También se utilizaron ocho tipos de gafas protectoras y una pantalla manual. De los quince filtros, diez eran color naranja, tres eran amarillos, uno era rojo y uno era negro (Figura 8, Cuadro 1).

Al realizar la fotopolimerización de las resinas con las lámparas seleccionadas, por el ciclo de 10 segundos, a través de cada uno de los filtros colocados entre la punta de luz y la resina compuesta, se pudo observar que los filtros naranjas bloquearon el paso de la luz azul hacia la resina, es decir que la resina no fotopolimerizó. Esto se corroboró al examinar la resina con la punta del explorador, evaluando si estaba suave y si el instrumento penetraba hasta el fondo de la preparación (Figura 9). El filtro de color rojo se comportó de la misma manera, bloqueando la luz e impidiendo la fotopolimerización de la resina. El filtro amarillo y el negro no lograron bloquear la luz azul y la resina sí polimerizó, comprobándose que no fueron efectivos (Cuadro No.1).

Discusión:

De acuerdo con los resultados obtenidos, once de los quince filtros evaluados bloquearon la

transmisión de la luz hacia la resina compuesta. Estos fueron los de color naranja y uno de color rojo. Las gafas negras y amarillas no lograron evitar la polimerización de la resina, por lo que no fueron efectivas. Esto es importante ya que, como se discutió anteriormente, el personal odontológico y los pacientes están expuestos a los riesgos y a las enfermedades oculares ya conocidas y a otras que se cree también pueden ser causadas por la luz azul y la UV, por lo que la protección de los ojos con los filtros adecuados es realmente necesaria. El uso de protección ocular con menos del 0.1% de transmisión en los rangos peligrosos de longitud de onda, entre los 380 y 500nm, puede disminuir grandemente e inclusive eliminar los riesgos para los ojos cuando se realizan los procedimientos de blanqueamiento dental y de fotopolimerización de las resinas compuestas.¹⁶

La capacidad de bloquear la luz azul y UV de los filtros, como las gafas y escudos, debe estar acorde con la emisión y las propiedades de la lámpara que se está utilizando, por ello, es importante que esta información sea proporcionada por el fabricante. Algunos estudios recomiendan que los filtros protectores deben ser sometidos a pruebas apropiadas que indiquen las especificaciones para su utilización.^{17, 18}

Los bloqueadores de luz azul reducen de manera significativa la transmisión de la luz por debajo de los 500nm (es decir, la azul y la UV) hacia los ojos, como se ha comprobado en estudios en donde se midió la transmisión de la luz y la longitud de onda emitida por las lámparas mediante un espectrómetro de fibra óptica,^{11, 17} el cual se utiliza también en el entrenamiento de estudiantes y profesionales para adquirir una mejor técnica de fotopolimerización.¹⁹ Esta capacidad de bloqueo es sumamente efectiva, lo que permite a los operadores y asistentes maximizar la cantidad de energía emitida por la lámpara para fotopolimerizar la resina compuesta, logrando observar directamente el procedimiento que están realizando en el paciente y manteniendo la punta de luz lo más cerca posible y perpendicular a la restauración, sin tener que desviar la vista al encender la lámpara.^{8, 14, 20, 21}

Los estudiantes, docentes y personal técnico en asistencia dental deben tomar conciencia de la importancia del uso de estos bloqueadores, no solamente para asegurarse que están realizando una excelente técnica de fotopolimerización, sino también para garantizar su adecuada protección ocular y la de sus pacientes al estar expuestos constantemente a esta luz en el consultorio dental.

Conclusiones:

La luz azul y la luz ultravioleta (UV) pueden poner en riesgo la salud ocular del personal odontológico y del paciente y existen evidencias de que la luz azul puede contribuir al progreso de enfermedades crónicas degenerativas, como son las cataratas y la degeneración macular relacionada con la edad (AMD). El uso de filtros con transmisión de luz muy baja puede eliminar o reducir considerablemente el riesgo ocular al fotopolimerizar las resinas compuestas.

En el presente estudio, no todas las barreras funcionaron y los filtros naranjas fueron los más efectivos para impedir el paso de la luz hacia la resina compuesta. Los escudos adosados a la punta de las lámparas bloquean la luz de manera efectiva, pero cubren un campo pequeño por lo que deben utilizarse en combinación con las gafas para asegurar una mejor protección ocular.

Recomendaciones

- Utilizar los filtros color naranja, especialmente las gafas, para la protección ocular y para realizar una mejor técnica de fotopolimerización observando directamente el área en que se está trabajando y manteniendo una distancia de trabajo adecuada.
- Adquirir una mayor cantidad de gafas o anteojos color naranja, los cuales deben ofrecer protección frontal y lateral para bloquear también la luz azul reflejada.
- Adquirir más pantallas manuales para utilizarlas en conjunto con las gafas protectoras, para así cubrir una mayor superficie y evitar ver la luz azul reflejada.
- Proteger los ojos de los pacientes y del personal con las gafas color naranja.
- Realizar otras investigaciones donde se pueda medir con exactitud el porcentaje de transmisión de la luz a través de éstos y otros filtros, mediante la utilización del espectrómetro de fibra óptica.

Nuestro sincero agradecimiento a las estudiantes de la F.O.U.P. que colaboraron con este estudio: Emma Yángüez, Katherine Ruíz, Yasmín Tapia, Aldrid Navarro, Yelina Checa, Paola Castillo y Odis Olivarrent.

Referencias bibliográficas

1. Yoshino F., Yoshida A., Effects of blue-light irradiation during dental treatment. *JpnDentSci Rev.* 2018; Nov; 54(4):160-168. doi: 10.1016/j.jdsr.2018.06.002. Publicado en línea el 31 de agosto de 2018.
2. Soares C, Rodrigues M, FernandesVilela A, Cerda RizoE, Braga Ferreira L, Giannini M, Price R, Evaluation of Eye Protection Filters Used with Broad-Spectrum and Conventional LED Curing Lights, *Brazilian Dental Journal.* 2017; 28(1): 9-15, <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201701380>
3. Price, R. B., The Dental Curing Light, Chapter 4, in *Dental Composite Materials for Direct Restorations*, p. 43-62, Springer International Publishing AG, 2018, V. Miletic (ed.), http://doi.org/10.1007/978-3-319-60961-4_4
4. Wataha JC, Lockwood PE, Lewis JB, Rueggeberg FA, Messer RL, Biological effects of blue light from dental curing units. *Dent Mater.* 2004; 20(2):150-157, DOI: 10.1016/S0109-5641(03)00086-1
5. Bruzell Roll EM, Jacobsen N, Hensten-Pettersen A, Health hazards associated with curing light in the dental clinic, *Clin Oral Investig.* 2004; Sep; 8(3):113-7. Publicado en línea el 4 de marzo de 2004. DOI: 10.1007/s00784-003-0248-x
6. Strassler, H. E., The Physics of Light Curing and its Clinical Implications, *Compendium*, Jul/Aug 2011; 32(6), disponible en: <https://www.aegisdentalnetwork.com/cced/2011/08/the-physics-of-light-curing-and-its-clinical-implications>
7. Rueggeberg FA Giannini M, Arrais CAG, Price RBT, Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review, *Braz. Oral Res.* 2017;31(suppl):e61, <http://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0061>
8. Price RB, McLeod ME, Felix CM. Quantifying light energy delivered to a class I restoration. *J Can Dent Assoc* 2010; 76:10701.

9. Strassler HE. Cure depths compared with LED and other curing lights [abstract]. *J Dent Res.* 2003; 82(special issue): abstract 894.
10. Albers, H., *Tooth-colored Restoratives: Principles and Techniques*, 9^a ed., PMPH-USA; 2002, 302 páginas. Recuperado de: <https://www.amazon.com/Tooth-Colored-Restoratives-Principles-Harry-Albers/dp/1550091557>
11. Brune DK, Edling C, *Occupational Hazards in the Health Professions*, 1^a Edición, CRC Press Inc.; 1989, 384 p.
12. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP Guidelines, Limits of Exposure To Incoherent Visible and Infrared Radiation, Publicado en *Health Physics.* 2013; 105(1):74-96; 2013
13. Price RB, McLeod ME, Felix CM. Quantifying light energy delivered to a Class I restoration. *J Can Dent Assoc.* 2010; 76: a23.
14. Rueggeberg FA, Giannini M, Arrais CAG, Price RBT, Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review, *Braz. Oral Res.* 2017;31(suppl):e61, <http://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0061>
15. Nimmanon V., Pachimsawat P., Khovidhunkit S., Thanathornwong B., Nimmanon T., A study on light transmittance through red protective shields modified with different window films, *BDJ OPEN.* 2017; 3, 17014. DOI:10.1038/bdjopen.2017.14; publicado en línea el 30 de Junio de 2017
16. Kopperud, S., Rukke, H., Kopperud, H., Bruzell E., Light curing procedures – performance, knowledge level and safety awareness among dentists, *Journal of Dentistry.* 2017; 58:67-73, <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.02.002>
17. Bruzell, E, Johnsen, B, Aalerud T, Christensen T, Evaluation of Eye Protection Filters for Use with Dental Curing and Bleaching Lamps, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene.* 2007; 4: 432–439, DOI: 10.1080/15459620701354218
18. Flores, V, Nivel de conocimiento sobre daños oculares y medidas de protección en el uso de la lámpara de fotocurado en alumnos del VII y IX ciclo de la Escuela de Odontología de la Universidad Privada de Norbert Wiener, Lima, Perú. Tesis de pregrado, 2013. Recuperado de <http://repositorio.uwiener.edu.pe>
19. Price RB, Strassler HE, Price HL, Seth S, Lee CJ, The effectiveness of using a patient simulator to teach light-curing skills. *J Am Dent Assoc.* 2014; [145\(1\):32-43.](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.02.002)

[DOI: 10.14219/jada.2013.17.](https://doi.org/10.14219/jada.2013.17)

20. Strassler, H, Price, R, Understanding Light Curing, Part 2: Delivering Predictable, Successful Restorations, Dentistry Today. 2014; 33(5):114, 116, 118 disponible en:https://www.dentalcetoday.com/courses/165%2FPDF%2FDT_June_14_174_fnl.pdf
21. Price, R.B., Light Curing Guidelines for Practitioners: A Consensus Statement from the 2014 Symposium on Light Curing in Dentistry, Dalhousie University, Halifax, Canada, j can dent assoc. 2014;80: e61.