

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Aumento de la temperatura intracámara pulpar durante la aplicación de restauraciones con sistemas de fotopolimerización

Increase in intrapulp chamber temperature during the application of restorations with photopolymerization systems

Gerardo Antonio Granja-Carrión ^{1*}, Gabriela Monserrath Freire-Neto ¹, Daniela Judith Araujo-Moreta ¹, Kevin Alexander Mejía-Dávila ¹

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador

*Autor para la correspondencia: ua.gerardogc59@uniandes.edu.ec

Recibido: 27 de agosto de 2023

Aprobado: 6 de noviembre de 2023

RESUMEN

Introducción: El riesgo de provocar una lesión pulpar durante la polimerización del composite se incrementa al aumentarse la temperatura con la utilización de las nuevas unidades de fotopolimerización, las cuales producen mayor energía en comparación con la generación anterior. **Objetivo:** describir el uso de los sistemas de fotopolimerización en restauraciones y su impacto en los tejidos pulpares. **Métodos:** Se llevó a cabo revisiones sistemáticas y búsquedas en tres bases de datos electrónicas (PubMed, LILACS y Elsevier a través de ScienceDirect). Se limitó la búsqueda a publicaciones de los últimos 7 años donde se incluyeron ensayos aleatorios o no aleatorios, estudios de cohortes e informes de casos. Finalmente, se seleccionó una revisión bibliográfica, 8 artículos más antiguos con el fin de revisar conceptos y 14 artículos publicados entre el año 2016

al 2023 considerados de relevancia.

Desarrollo: resultados de investigaciones muestran que las pautas de los fabricantes con respecto al tiempo de fotopolimerización, no es algo garantizado, que el extender la duración de la fotopolimerización aumenta la profundidad de curado, pudiendo resultar en la generación de calor dentro del diente y los tejidos circundantes.

Conclusiones: se concluye que existe una fuente de fotopolimerización cada vez más común de daño térmico potencial en los tejidos dentales y la pulpa subyacente, el excesivo aumento de la temperatura exagerado durante la polimerización de las resinas compuestas es una de las condiciones más importantes que pueden dañar la pulpa.

Palabras claves: temperatura intracámara pulpar; fotopolimerización; lámparas de fotocurado

ABSTRACT

Introduction: the risk of causing pulp injury during the polymerization of the composite increases as the temperature increases with the use of new photopolymerization units, which produce greater energy compared to the previous generation. **Objective:** describe the use of photopolymerization systems in restorations and their impact on pulp tissues. **Methods:** systematic reviews and searches were carried out in three electronic databases (PubMed, LILACS and Elsevier through ScienceDirect). The search was limited to publications from the last 7 years that included randomized or nonrandomized trials, cohort studies, and case reports. Finally, a bibliographic review was selected, 8 older articles in order to review concepts and 14 articles published between 2016 and 2023

considered relevant. **Development:** research results show that manufacturers' guidelines regarding photopolymerization time are not guaranteed, and that extending the duration of photopolymerization increases the depth of curing, which may result in the generation of heat within the tooth and teeth surrounding tissues. **Conclusions:** it is concluded that there is an increasingly common photopolymerization source of potential thermal damage in the dental tissues and underlying pulp, the excessive exaggerated temperature increase during the polymerization of composite resins is one of the most important conditions that can damage the pulp. **Key words:** pulp intrachamber temperature; photopolymerization; curing lamps

Cómo citar este artículo:

Granja-Carrión GA, Freire-Neto GM, Araujo-Moreta DJ, Mejía-Dávila KA. Aumento de la temperatura intracámara pulpar durante la aplicación de restauraciones con sistemas de fotopolimerización. Gac Med Est [Internet]. 2023 [citado día mes año]; 4(2S):e164. Disponible en:<http://www.revgacetaestudiantil.sld.cu/index.php/gme/article/view/164>

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de la seguridad de la pulpa es un desafío esencial para los médicos en muchos tratamientos de restauración, ya que el calor generado por el uso de piezas de mano de alta y baja velocidad, y materiales de restauración que tienen reacciones de fraguado exotérmicas, acabado y pulido de restauraciones, así como la aplicación de unidades de fotocurado (LCU) basadas en diodos emisores de luz (LED) de alta potencia y fuentes láser para polimerizar materiales a base de resina puede causar que la temperatura de la pulpa (PT) se eleve a valores considerados dañinos para la pulpa⁽¹⁾.

El control del calor durante los procedimientos de restauración para asegurar la integridad de la pulpa ha sido una gran preocupación entre los médicos y los investigadores. El flujo de aire aplicado simultáneamente con la exposición a la luz LED es capaz de prevenir un aumento de temperatura dentro de la pulpa durante la exposición a la luz de curado. Además, este procedimiento provoca un mayor descenso de la temperatura en la pulpa después de la exposición a la luz de polimerización. Así como estudios evaluaron la



eficacia de métodos alternativos para reducir el calor causado por el uso de herramientas como las lámparas en la restauración dental.⁽²⁾

El riesgo potencial de lesión pulpar durante la polimerización del composite aumenta con las nuevas unidades de fotopolimerización con mayor producción de energía en comparación con la generación anterior ⁽³⁾, lo que puede provocar un aumento del calor transmitido a la pulpa . Dado que la pulpa dental es un sistema de bajo cumplimiento que no responde bien al aumento de temperatura, el calor emitido durante la polimerización de las resinas compuestas puede causar aumentos significativos de temperatura dentro de la cámara pulpar, dañando finalmente el tejido conectivo de la pulpa dental ⁽⁴⁾.

El objetivo de esta investigación es describir el uso de los sistemas de fotopolimerización en restauraciones y su impacto en los tejidos pulpares, así podrían los estudiantes de odontología y odontólogos conocer más sobre el uso de lámparas y poder realizar restauraciones dentales con mayor cuidado y eficiencia, resaltando lo importante que es saber sobre los equipos que el operador dental usa y, lo necesario de estar al tanto de su potencia y forma de uso dependiendo de la casa comercial, así estar al corriente de cuál sería la mejor manera de fotopolimerizar para evitar problemas en la pulpa.

MÉTODO

El protocolo será diseñado de acuerdo con los estándares Cochrane para revisiones sistemáticas. En esta revisión se presentan los principales aspectos sobre el impacto de las lámparas de fotocurado, los tipos y cómo afectan a la pulpa dental. Se realizarán búsquedas en tres bases de datos electrónicas (PubMed, LILACS y Elsevier a través de ScienceDirect), y utilizamos términos y operadores booleanos. Se limitará el año de publicación, a los últimos 7 años y para saber conceptos y detalles también se tomarán artículos con mayor antigüedad, no se limitará el idioma y el estado de publicación, y tampoco habrá limitaciones en términos de ningún diseño de estudio en particular, incluidos ensayos controlados aleatorios o no aleatorios, estudios de cohortes e informes de casos.

Se examinaron las bases de datos PubMed, Scopus, Google Scholar, SciELO y Google Scholar en búsqueda de estudios o artículos con las siguientes palabras clave en inglés: Pulp temperature, Light curing, curing lamps y en español: Temperatura intracamara pulpar, fotopolimerización, lámparas de fotocurado.

De este conjunto, se descartaron 45 artículos que mostraban un título no acorde con el tema de búsqueda y 5 trabajos con resúmenes que no se ajustaban a la materia de estudio. Finalmente, seleccionamos 1 revisión. Además, de forma directa en PubMed, se seleccionaron 8 artículos de mayor antigüedad con el fin de revidar conceptos y 14 artículos publicados entre el año 2016 al 2023 considerados de relevancia.



DESARROLLO

A pesar de los avances recientes en la prevención y el tratamiento de la caries dental, los dientes con pulpas sanas a menudo se someten a procedimientos que generan cantidades significativas de calor. Una fuente cada vez más común de daño térmico potencial es la irradiación de los tejidos dentales restantes y la pulpa subyacente con nuevas unidades de fotopolimerización (LCU) de alta potencia utilizadas para iniciar la polimerización de materiales compuestos a base de resina (RBC)⁽⁵⁾.

La pulpa es un tejido dental altamente vascularizado y contiene el principal sistema regulador de la distribución del calor en los dientes, capaz de disipar el calor transferido por estímulos térmicos externos al complejo dentino-pulpar. Por el contrario, consiste en una cantidad relativamente grande de tejido encerrado en las paredes de la dentina con una circulación terminal y sin suministro de sangre colateral. Por esta razón, la pulpa es susceptible a un aumento de temperatura cuando se expone a un estímulo térmico ⁽⁶⁾.

Aunque existe una falta de información sobre los cambios en el tejido pulpar bajo diferentes protocolos y aplicaciones de curado, las reacciones térmicas en la periferia de la pulpa pueden causar lesiones en la capa odontoblástica que conducen a la degeneración, la coagulación del protoplasma y la expansión del líquido en los túbulos dentinarios ⁽⁷⁾.

El aumento de la temperatura intrapulpar durante la polimerización de las resinas compuestas es una de las condiciones más importantes que pueden dañar la pulpa. Aunque el calor liberado durante la reacción exotérmica de las resinas compuestas puede contribuir al aumento de la temperatura intrapulpar, las lámparas de polimerización siguen siendo la fuente de calor más responsable de este aumento.

Por lo tanto, el tipo de luz de curado, la salida radiante, los valores de exposición radiante y el perfil del haz de luz juegan un papel importante en el aumento de la temperatura de la pulpa. La potencia y la intensidad de la fuente de luz, el espesor de la dentina restante, el contenido del compuesto de resina, la técnica de colocación del compuesto de resina (relleno en bloque o incremental) y la distancia entre la fuente de luz y el compuesto de resina también son factores que afectan el aumento de la temperatura. ^(7,8)

La pulpa dental, el único tejido blando de los dientes, consta de fibroblastos, odontoblastos, células inmunitarias, nervios, vasos sanguíneos, matriz extracelular (MEC), líquido intersticial y otros componentes celulares y es responsable de nutrir los dientes, formar dentina y transmitir información sensorial. y proporcionar inmunoprotección en el caso de ser expuestos a altas temperaturas pueden sufrir daños irreversibles.⁽¹¹⁾ En 1965, un estudio ejecutado por Zach & Cohen, en monos, reportó que un aumento de 5, 5°C en la temperatura intrapulpar causó pulpitis o necrosis en un 15 % de los casos estudiados, una elevación de 11, 2°C en un 60 % y un aumento de 16, 8°C en un 100 %.

Citado por Su-Jung y otros (2013) Ericksson y Alberktson, , han reportado que un aumento de temperatura de 10°C en el periodonto puede ser causa de reabsorción radicular y anquilosis. Baldissara, Catapano&Scotti (1997), al realizar un estudio in vivo en piezas humanas, con aumentos transitorios de temperatura de 8, 9° a 14, 7°C encontraron que no se causaba daño pulpar.⁽¹²⁾ El calor generado durante la reacción de polimerización exotérmica de los materiales resinosos de autopolimerización y el calor generado por las lámparas ultravioleta durante la irradiación de los materiales resinosos de fotopolimerización causan daño pulpar cuando se utiliza una técnica directa para fabricar restauraciones provisionales. Esto podría ocurrir si las elevaciones de temperatura superan los mecanismos fisiológicos de disipación de calor del sistema dental-periodontal.⁽¹³⁾

Numerosas células de la pulpa dental se vuelven estresados/dañados cuando las temperaturas exceden los 5, 5 C, pero estas celdas son no experimentan apoptosis activa o están muertos. Es posible que HSP70 también puede conferir protección contra la apoptosis al limitar la capape-3 escindida pero cuando superan los 5, 5 C la causa daño debido a un estrés inducido.⁽¹⁴⁾ Además, la cantidad de calor generado durante la polimerización de la resina y transmitido a la cámara pulpar podría dañar los tejidos pulpares, incluidos los odontoblastos. Cuando se realiza el curado de coronas resinosas provisionales en la impresión de polivinil siloxano, se registraron temperaturas significativamente más bajas en comparación con el curado en la lámina de polipropileno formada al vacío.

Cabe destacar que los daños producidos por un incremento de temperatura pueden desarrollar a los tejidos de soporte del diente entre ellos incluyen también el cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar. Tanto el ligamento periodontal como el hueso alveolar a 19 C° puede producir necrosis alveolar.

Cuando existe un incremento de temperatura del ligamento periodontal de 6 C° existe desnaturalización de proteínas, anquilosis y reabsorción ósea alveolar ⁽¹⁵⁾ los investigadores han expresado su preocupación por los efectos del calor producido. En general, se acepta que el calor puede causar daños irreversibles en el complejo pulpar dentinario. Zach y Cohen informaron que un aumento de la temperatura intracameral de más de 6 °C resultó en una pérdida de vitalidad del 15 % en los dientes de mono.

La aplicación de calor- producir sistemas de curado para dientes vitales se ha convertido en un motivo de gran preocupación. Hay muchos factores que influyen en el comportamiento térmico del complejo pulpar dentinario, in vivo, incluida la intensidad y la duración del estímulo térmico aplicado, el movimiento del fluido en los túbulos dentinarios, la microcirculación pulpar y los cambios en el flujo sanguíneo pulpar, debido a la estimulación del sistema nervioso pulpar,⁽¹⁶⁾ resulta imprescindible cuando se trabaja con materiales estéticos resinosos, la calidad del incorporado por capas para evitar la contracción de polimerización que a futuro produzca patologías de origen pulpar que

conlleven a la pérdida del órgano dental, Frente a cada uno de los factores irritantes anteriormente descritos que actúan sobre el complejo pulpodentinario.⁽¹⁷⁾

Existen diferentes alteraciones en el esmalte por la exposición a led/láser durante aclaramiento dental por lo cual se realizó un estudio por Andrea katerine Durán y colaboradores en el que se evaluó un total de 22 individuos en el que el 85 % (17 casos) no mostraron ninguna alteración en el esmalte, el 10% (2 casos) presentó alteraciones leves y solo el 5% (1 caso) tuvo alteración moderada en esmalte para el estudio se tuvo expertos en el tema y se categorizo de acuerdo a la siguiente tabla⁽¹⁸⁾.

Tabla 1. Alteraciones en el esmalte al ser expuestos a un blanqueamiento dental mediante led - laser

Nivel	Tipo de alteración
Nivel 0	Ausencia de alteración
Nivel 1	Alteraciones leves (rugosidades de la superficie, ligero aplanamiento de la superficie erosiones de hasta 10 μm)
Nivel 2	Alteraciones moderadas (presencia de erosiones, hendiduras y cráteres de más de 10 y menos de 30 μm de diámetro).
Nivel 3	Alteraciones severas (pérdida de la estructura superficial de más de 30 μm de diámetro)

Debido al riesgo de daño térmico a la pulpa, el aumento de temperatura inducido por las unidades de fotocurado no debe ser demasiado alto. Las unidades de curado LED (diodo emisor de luz) tienen la mayor parte de su irradiación en el rango azul y se ha informado que generan menos calor que por ejemplo las unidades de curado QTH (cuarzo-tungsteno-halógeno), Se han plateado varios estudios que miden el aumento de temperatura dentro de la cámara pulpar con diversas lámparas que han salido al mercado.

Si hay fotopolimerización rápida en 1 a 3 s utilizando salidas radiantes inferiores a 3000 mW/cm² no se producirán aumentos de temperatura inaceptables dentro de la cámara pulpar porque la cantidad de energía suministrada al diente en 1 a 3 s sería inferior a 6 J.El aumento del PT in vitro está relacionado con la cantidad de energía suministrada al diente y la capacidad de la punta LCU para colocarse directamente sobre la restauración. (Ver figura 1 y Tabla2)⁽⁹⁾ su potencia frente la profundidad de cavidad a restaurar y la composición de los diferentes composites utilizados. Para las unidades LED, el aumento de temperatura aumentó con el aumento de la densidad de potencia, de manera estadísticamente significativa. Dos de las tres unidades de curado QTH investigadas dieron como resultado un aumento de temperatura mayor que las unidades de curado LED de la misma densidad de potencia. Los hallazgos anteriores, que las unidades de curado LED inducen menos aumento de temperatura que las unidades QTH, no son válidos en general⁽¹⁰⁾.



Figura 1: Cinco unidades de fotocurado utilizadas que han sido estudiadas ⁽⁹⁾

Tabla 2. Información de las unidades de fotocurado (LCU) proporcionada por los fabricantes ⁽⁹⁾.

Unidad de fotopolimerización	Número de serie	Fabricante	Tipo	Irradiación (mW/cm ²)	Modo de testeo
SmartLite Pro	H00466	Dentsply Sirona, Charlotte, NC, USA	Monowave LED	1200	2 × 10 s (Standard)
PinkWave	00380H	Vista Dental Products, Racine, WI, USA	Polywave LED	>1515 >1720	20 s (Standard) 3 s (Boost)
PowerCure	1,428,005,297	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Polywave LED	1200 3050	20 s (High) 3 s (3 s Cure)
Monet Laser	00249	AMD Lasers, West Jordan, UT, USA	Laser	2000–2400	1 s 3 × 1 s
Valo X	00249	Ultradent Jordan, UT, USA	Polywave LED	1100 2200	2 × 10 s (Standard) 5 s (Xtra)

Antes de hablar sobre la forma adecuada de fotopolimerizar hay que tomar en cuenta varios aspectos tales como son los tipos de iniciadores que forman parte del material a utilizar en la restauración, y más que todo saber escoger nuestro equipo de fotocurado.

Cada lámpara de polimerización llega a emitir una adecuada potencia radiante espectral y la longitud de onda emitida debe coincidir con el pico de absorción del fotoiniciador utilizado en el material de resina. ⁽¹⁹⁾ La potencia radiante mínima que debe presentar una unidad de fotocurado es de 600 a 1000 mW/cm² la cual se la puede comprobar utilizando radiómetros dentales en el consultorio u otros equipos más sofisticados.

El fotoiniciador más común es la canforoquinona, esta presenta un pico de absorción de alrededor de 468 a 470 nm. Los fotoiniciadores alternativos, como el PPD y el TPO, tienen picos de absorbancia más bajos que el de la canforoquinona, ya que absorben principalmente en la región UV, cerca de 400 nm. ⁽¹⁹⁾

La distancia de la punta sobre el material no es lo único que se debe controlar durante la fotopolimerización, es importante mantenerla en ángulo recto, la luz debe encontrarse paralela a la superficie del material, porque una inclinación incorrecta puede llegar a reducir significativamente la radiación aplicada.

Al curar adhesivos en cajas Clase II profundas, el tiempo de exposición debe extenderse hasta 40-60 s para garantizar un grado adecuado de conversión, pero al mismo tiempo teniendo cuidado de no dañar la pulpa o los tejidos blandos.⁽¹⁹⁾

Investigaciones muestran que las pautas de los fabricantes con respecto al tiempo de fotopolimerización, no es algo garantizado y sus recomendaciones con respecto a las direcciones de curado podrían resultar en un fraguado final más bajo. En la mayoría de los casos, si el tiempo de curado es superior al indicado por los fabricantes, se podrá lograr conseguir características superiores.⁽²⁰⁾

Los resultados de un estudio muestran que el extender la duración de la fotopolimerización aumenta la profundidad de curado⁽²¹⁾. El aumentar la exposición puede resultar en la generación de calor dentro del diente y los tejidos circundantes. Incluso los LED, que inicialmente se afirmaron que eran luces "frías" cuando se comercializaron por primera vez, siguen produciendo calor hasta el 93 % de su energía total.⁽¹⁹⁾

El aumento de temperatura es más pronunciado durante la fotopolimerización del adhesivo en comparación con los composites⁽¹⁹⁾. Sin embargo, Hussey et al. informaron que la pulpa podría estar en riesgo por el aumento de la temperatura que se produce durante la polimerización in vivo del compuesto de resina. Zach y Cohen demostraron que el 15 % de los dientes sufrieron daños irreversibles cuando se expusieron a un aumento de la temperatura intrapulpar de 5, 5 °C desde 37 °C⁽²²⁾.

Si se requiere de una exposición prolongada de esta luz lo recomendable es que se debe enfriar el diente con aire durante el procedimiento de fotocurado, o esta debe contener un intervalo de 1 a 2 s después de cada 10 s de exposición a la luz.

Debido al riesgo de daño térmico a la pulpa, el aumento de temperatura inducido por las unidades de fotocurado no debe ser demasiado alto. Esta diferencia de comportamiento entre las unidades de curado QTH puede ser el resultado de diferencias en la eficacia de los filtros térmicos. El fotocurado en el aumento del PT (temperatura de la pulpa) es mayor en exposiciones más largas⁽⁴⁾ porque el aumento de la temperatura está estrechamente relacionado con los valores de exposición radiante entregados al diente.

Mediante un estudio llevado a cabo por Zach & Cohen, se constató que un aumento de 5, 5°C en la temperatura intrapulpar causó pulpitis o necrosis en un 15 % de los casos estudiados, una elevación de 11, 2°C en un 60 % y un aumento de 16, 8°C en un 100 %.⁽¹¹⁾

Autores como Ericksson y Alberktson, citado por Su-Jung mediante un estudio realizado mencionaron que el incremento de temperatura de 10°C en el periodonto puede causar reabsorción radicular y anquilosis, Sin flujo de agua, el aumento en la temperatura de la pulpa superó los 6 grados °C para todas las unidades excepto la lámpara halógena convencional el láser de diodo produjo un aumento de temperatura significativamente mayor que cualquier otra unidad de curado.

La aplicación del láser de diodo y las dos lámparas halógenas de alta intensidad a muestras de incisivos laterales produjo aumentos de temperatura significativamente mayores que otros dientes. los efectos histológicos del calor en el complejo pulpar dentinario durante el blanqueamiento dental externo usando peróxido de hidrógeno y un dispositivo de calentamiento controlado por reóstato indicó que este método no causó daño pulpar irreversiblemente la exposición a la luz que usan un proceso de blanqueo activado en pulpa vital.

Por lo tanto, Se considera que la microcirculación sanguínea es el principal sistema regulador para la distribución de calor en los dientes, ya que es suficiente disipar el calor transferido por estímulos térmicos externos al complejo pulpar dentinario⁽¹⁶⁾.

Por lo tanto, la temperatura no debe aumentar inadecuadamente para prevenir el dañar las membranas mucosas orales, pulpa y dentina. Por lo general, se considera clínicamente aceptable un aumento pulpar máximo de 5, 5º C. investigaciones (Hofmann, Wurtzburgo, 2003) revelaron que la reacción de ajuste exotérmico tiene un mayor efecto que la energía de radiación directa. Hay también alteraciones en el esmalte por la exposición a led/láser durante aclaramiento dental pero cuando se realiza con todos los protocolos y sin exceder el tiempo de calentamiento del material hay el riesgo que solo 5 % es decir 1 caso tenga una reacción alterada o grave en el esmalte ⁽¹⁸⁾.

Los distintos artículos nos hablan que para realizar una adecuada fotopolimerización son varios los aspectos a analizar antes del procedimiento, por lo cual es de relevancia conocer por parte del operador todos estos puntos, en cuanto al tiempo que debemos realizar la fotopolimerización se nos recomienda duplicar el tiempo dado por el fabricante y a la hora de realizar restauraciones con profundidades muy extensas pero es poca la información obtenida en cuanto a las técnicas a realizar para evitar un aumento de temperatura en el diente y tejidos circundantes por ende es necesario tener en cuenta este punto.

Dentro de un estudio se da a conocer que la transferencia de calor a través de una capa de dentina, el aumento de temperatura en la cámara pulpar fue de aproximadamente 4 a 5 °C, lo que sugiere que el potencial de lesión térmica de la pulpa fue mínimo. Sin embargo, es común en la práctica clínica aplicar resina compuesta muy cerca de la pulpa de dentina y, por lo tanto, es importante conocer el aumento real de la temperatura⁽²²⁾.

CONCLUSIONES

Se concluye que existe una fuente de fotopolimerización cada vez más común de daño térmico potencial en los tejidos dentales y la pulpa subyacente, el excesivo aumento de la temperatura exagerado durante la polimerización de las resinas compuestas es una de las condiciones más importantes que pueden dañar la pulpa, tanto el ligamento periodontal como el hueso alveolar a 19 °C puede producir necrosis. Las unidades de curado LED tienen la mayor parte de su irradiación en el rango azul según los hallazgos estudiados estas unidades de curado inducen menos aumento de temperatura que las unidades QTH, por lo tanto, para realizar la fotopolimerización adecuada se recomienda duplicar el tiempo dado por el fabricante, pero no extenderse más tiempo ya que se puede generar patologías pulpares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Runnacles P, Arrais CAG, Maucoski C, Coelho U, De Goes MF, Rueggeberg FA. Comparison of in vivo and in vitro models to evaluate pulp temperature rise during exposure to a Polywave® LED light curing unit. *J Appl Oral Sci.* 27:e20180480.
2. Leprince J, Devaux J, Mullier T, Vreven J, Leloup G. Pulpal-temperature rise and polymerization efficiency of LED curing lights. *Oper Dent.* 2010;35(2):220-30.
3. Santini A, Watterson C, Miletic V. Temperature rise within the pulp chamber during composite resin polymerisation using three different light sources. *Open Dent J.* 5 de diciembre de 2008;2:137-41.
4. Armellin E, Bovesecchi G, Coppa P, Pasquantonio G, Cerroni L. LED Curing Lights and Temperature Changes in Different Tooth Sites. *BioMed Res Int.* 2016;2016:1894672.
5. Lynch CD, Roberts JL, Al-Shehri A, Milward PJ, Sloan AJ. An ex-vivo model to determine dental pulp responses to heat and light-curing of dental restorative materials. *J Dent.* diciembre de 2018;79:11-8.
6. Vinagre A, Ramos JC, Rebelo C, Basto JF, Messias A, Alberto N, et al. Pulp Temperature Rise Induced by Light-Emitting Diode Light-Curing Units Using an Ex Vivo Model. *Mater Basel Switz.* 29 de enero de 2019;12(3):411.
7. Rueggeberg FA, Giannini M, Arrais CAG, Price RBT. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Braz Oral Res.* 28 de agosto de 2017;31(suppl 1):e61.
8. Akarsu S, Aktuğ Karademir S. Influence of Bulk-Fill Composites, Polymerization Modes, and Remaining Dentin Thickness on Intrapulpal Temperature Rise. *BioMed Res Int.* 4 de diciembre de 2019;2019:4250284.



9. Maucoski C, Price RB, Sullivan B, Guarneri JAG, Gusso B, Arrais CAG. In-vitro pulpal temperature increases when photo-curing bulk-fill resin-based composites using laser or light-emitting diode light curing units. J Esthet Restor Dent [Internet]. [citado 8 de marzo de 2023];n/a(n/a). Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jerd.13022>
10. Asmussen E, Peutzfeldt A. Temperature rise induced by some light emitting diode and quartz-tungsten-halogen curing units. Eur J Oral Sci. 2005;113(1):96-8.
11. Li Z, Liu L, Wang L, Song D. The effects and potential applications of concentrated growth factor in dentin–pulp complex regeneration. Stem Cell Res Ther [Internet]. 19 de junio de 2021 [citado 6 de marzo de 2023];12(1):357. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13287-021-02446-y>
12. Pereira Da Silva A, Alves Da Cunha L, Pagani C, De Mello Rode S. Temperature rise during adhesive and composite polymerization with different light-curing sources. Minerva Stomatol. mayo de 2010;59(5):253-8.
13. Castelnuovo J, Tjan AH. Temperature rise in pulpal chamber during fabrication of provisional resinous crowns. J Prosthet Dent. noviembre de 1997;78(5):441-6.
14. Lynch CD, Roberts JL, Al-Shehri A, Milward PJ, Sloan AJ. An ex-vivo model to determine dental pulp responses to heat and light-curing of dental restorative materials. J Dent [Internet]. diciembre de 2018 [citado 6 de marzo de 2023];79:11-8. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300571218303804>
15. Akova T, Ozkomur A, Dundar C, Aytutuldu N. Intrapulpal heat generation during provisionalization: effect of desensitizer and matrix type. J Prosthodont Off J Am Coll Prosthodont. febrero de 2008;17(2):108-13.
16. Kodonas K, Gogos C, Tziafa C. Effect of simulated pulpal microcirculation on intrachamber temperature changes following application of various curing units on tooth surface. J Dent. junio de 2009;37(6):485-90.
17. Patologías pulpares y sus complicaciones.pdf [Internet]. [citado 7 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8040/1/Publicacion%20final%20patolog%C3%ADas%20pulpares%20y%20sus%20complicaciones.pdf>
18. Durán AK, Lucumí ÁC, Zapata LM, Correa H, Garzón H. EFECTOS EN EL ESMALTE POR LA EXPOSICIÓN A LED/LÁSER DURANTE ACLARAMIENTO DENTAL. 2012;23.



19. M C, T M, A C, A M, L F, T H, et al. The role of polymerization in adhesive dentistry. Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater [Internet]. enero de 2019 [citado 7 de marzo de 2023];35(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30554830/>
20. Vouvoudi EC. Overviews on the Progress of Flowable Dental Polymeric Composites: Their Composition, Polymerization Process, Flowability and Radiopacity Aspects. Polymers. 5 de octubre de 2022;14(19):4182.
21. de Cássia Romano B, Soto-Montero J, Rueggeberg FA, Giannini M. Effects of extending duration of exposure to curing light and different measurement methods on depth-of-cure analyses of conventional and bulk-fill composites. Eur J Oral Sci. agosto de 2020;128(4):336-44.
22. Horii M, Fujimoto K, Asakura M, Nagase Y, Miki A, Kawai T. Measurement of exothermic heat released during polymerization of a lightcuring composite resin: Comparison of light irradiation modes. Dent Mater J. 31 de julio de 2019;38(4):646-53.

Declaración de conflictos de intereses:

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

GCGA, GMFN, DJAM y KAMD: participaron en la conceptualización, curación de datos, redacción, redacción del borrador original, revisión y edición.

Financiación:

No se recibió financiación para el desarrollo del presente artículo.

