

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo
UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIEN ESTAR

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**EFFECTO DEL AUMENTO DE LA TEMPERATURA
INTRACAMERAL PROVOCADA POR EL USO DE LA UNIDAD
DE FOTOPOLIMERIZACIÓN ODONTOLÓGICA. REVISIÓN
SISTEMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ODONTÓLOGO**

AUTOR: EDDY SANTIAGO PADILLA ROJAS

DIRECTOR: OD. ESP. JOSÉ FERNANDO TINTIN REA

AZOGUES - ECUADOR

2024



Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Eddy Santiago Padilla Rojas portador de la cédula de ciudadanía N° **0302186952**. Declaro ser el autor de la obra: **“Efecto del aumento de la temperatura intracameral provocada por el uso de la unidad de fotopolimerización odontológica. Revisión Sistemática”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Azogues, **02 de Julio de 2024**

Eddy Santiago Padilla Rojas

0302186952

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Od. José Fernando Tintin Rea

DOCENTE DE LA CARRERA DE ODONTOLÓGIA

De mi consideración:

Certifico que el presente trabajo de titulación denominado: **"Efecto del aumento de la temperatura intracameral provocada por el uso de la unidad de fotopolimerización odontológica. Revisión Sistemática "**, realizado por: **Eddy Santiago Padilla Rojas**, con documentos de identidad: **0302186952**, previo a la obtención del título de **Odontólogo** ha sido asesorado, orientado, revisado y supervisado durante su ejecución, bajo mi tutoría en todo el proceso, por lo que certifico que el presente documento, fue desarrollado siguiendo los parámetros del método científico, se sujeta a las normas éticas de investigación que exige la Universidad Católica de Cuenca, por lo que está expedito para su presentación y sustentación ante el respectivo tribunal.

Azogues, 2 de Julio de 2024



Firmado electrónicamente por:
**JOSE FERNANDO
TINTIN REA**

OD. ESP. JOSÉ FERNANDO TINTIN REA

0104140660

DIRECTOR

DEDICATORIA

A mi familia fuente inagotable de apoyo,
Siempre lucha por tus sueños,
Jamás dejes que alguien,
Te diga que no puedes hacer algo.

A mi madre y mi padre,
Pilares fundamentales en mi formación como ser humano,
Quienes, con sus consejos,
Me enseñaron a ser un hombre responsable,
Y me dieron la posibilidad de cumplir un sueño.

Finalmente dedico este sencillo trabajo,
A mis hermanos y a H.A.
Quienes me apoyaron en toda mi vida universitaria,
Y siempre estuvieron pendientes de mí.

EPÍGRAFE

“La energía y la Persistencia conquistan todas las cosas“

Benjamín Franklin.

Efecto del aumento de la temperatura intracameral provocada por el uso de la unidad de fotopolimerización odontológica. Revisión Sistemática

Eddy Santiago Padilla Rojas - Od. Esp. José Fernando Tintin Rea

Universidad Católica de Cuenca eddy.padilla@est.ucacue.edu.ec

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es escribir los efectos en la cámara pulpar provocado por el aumento de la temperatura de la lámpara de fotopolimerización empleada en odontología.

La presente revisión sistemática empleó el método PRISMA para mostrar el proceso de búsqueda de artículos en las bases de datos de Pubmed, Scopus y Web of Science desde el año 2016 hasta el año 2023. Para ello, se emplearon criterios de inclusión y exclusión, así como también se emplearon palabras claves asociadas a la temática de la investigación. Se obtuvieron 82,376 artículos, aplicando criterios de inclusión, exclusión y selección se registraron 25 de texto completo, relacionados con el aumento de la temperatura durante la fotopolimerización y el daño en la pulpa.

El aumento de la temperatura de la lámpara de fotopolimerización ocasiona efectos que pueden afectar la pulpa dental, provocando, sensibilidad, pulpitis reversible además de lesiones irreparables como pulpitis irreversible y necrosis.

Palabras clave: pulpa dental, fotopolimerización Led, polimerización, fotopolimerización

Effect of Increased Intracameral Temperature Caused by the Use of Photopolymerization Lamp. A Systematic Review

Eddy Santiago Padilla Rojas - José Fernando Tintin Rea, DMD. Esp.

Catholic University of Cuenca eddy.padilla@est.ucacue.edu.ec

ABSTRACT

This work aims to write about the effects of increasing the temperature of the photopolymerization lamp used in dentistry on the pulp chamber.

This systematic review employed the PRISMA method to show the search process of articles in PubMed, Scopus, and Web of Science databases from 2016 to 2023. Inclusion and exclusion criteria were applied, and keywords linked to the research topic were used. A total of 82,376 articles were obtained; then, applying the inclusion, exclusion, and selection criteria, twenty-five full-text articles related to the increase in temperature during Photopolymerization lamp use and its effect on the pulp were selected.

The increase in the temperature of the photopolymerization lamp causes effects that can affect the dental pulp, causing sensitivity, reversible pulpitis, and irreparable lesions such as irreversible pulpitis and necrosis.

Keywords: Dental pulp, Led light curing, polymerization, light curing.



ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORIA Y RESPONSABILIDAD	1
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	2
DEDICATORIA	3
EPÍGRAFE	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	8
MÉTODO	10
PREGUNTA PICO	10
ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA	10
RESULTADOS	13
CONCLUSIÓN	21
BIBLIOGRAFÍAS	22
CERTIFICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN	26
ANEXO	27

INTRODUCCIÓN

Existen materiales odontológicos, que requieren de un tratamiento especial para poder desempeñar su función, como por ejemplo las resinas de fotocurado y los sistemas adhesivos. Estos materiales deben ser expuestos a una fuente de luz para iniciar una reacción de polimerización, en donde el material se endurece y libera calor en una reacción exotérmica.¹

Para llevar a cabo esta acción los odontólogos hacen uso de un dispositivo llamado lámpara de fotocurado, la cual se encarga de emanar un haz de luz azul de onda corta que desencadena la mencionada reacción de fotopolimerización ². Las primeras unidades de fotopolimerización fueron creadas hace más 20 años atrás y estaban basadas en un mecanismo de cuarzo y tungsteno que genera una tipo de luz blanca que pasa por un filtro para transformarse en un haz de luz azul el cual va a ser capaz de activas las canforoquinonas existentes en las resina de fotocurado, el gran problema de estos dispositivos es que durante el proceso se genera un excesivo calor debido a que el 90% de la luz son rayos infrarrojos.³ Debido a lo mencionado las lámparas halógenas están casi en desuso. Lámparas de emisión de diodos (LED, por sus siglas en inglés) producen alrededor de 1000–1200 mW/cm², en este caso la luz es generada por un diodo que permite el paso de la luz desde ánodo hasta el cátodo.⁴

Sin embargo, las lámparas de fotocurado provocan un aumento de temperatura ocasionando una reacción exotérmica propia de la polimerización y la emisión térmica de la unidad dental de curado ⁵. Sin duda alguna este dispositivo es una gran herramienta del odontólogo, pero no está exenta de las desventajas, una de las más importantes es el daño que puede ocasionar a la pulpa dental del diente tratado, esto debido a las altas temperaturas que alcanza el órgano dental cuando es expuesto a la luz de la lámpara. ⁶

En consecuencia, la comunidad dental suele subestimar la temperatura que una unidad de fotopolimerización transmite al diente tratado ⁷. Algunos odontólogos, suelen prolongar el tiempo de curado indicado por el fabricante creyendo que así se logra una mejor polimerización, pero no se dan cuenta que la irradiación con una unidad de fotocurado (UF) sigue siendo el principal factor responsable del aumento temperatura en la cámara pulpar y en la superficie de dientes expuestos ⁸.

En ese contexto el odontólogo debe tener un conocimiento del funcionamiento de los diferentes modos de trabajo de la unidad, además el dispositivo debe ser de una calidad adecuada, es decir existen diferentes tipos de lámparas de fotocurado que emanan haces

de luz no controlada que provocan el aumento de temperatura. También varía según la calidad del filtro de luz, la intensidad de salida y el tiempo de irradiación ³.

La transferencia térmica a la pulpa está influenciada por el color, el grosor, la composición, la porosidad y el tiempo de curado del material restaurador¹⁰, además del grosor de la dentina residual; sin embargo el aumento de la temperatura durante el curado de los materiales restauradores activados por la luz se debe principalmente a la fuente de luz, por lo que esta investigación se va a enfocar en el estudio de las consecuencias que provoca el aumento de la temperatura en la pulpa, al usar unidades de fotopolimerización. ⁹

En este sentido varios pasos de los procedimientos de restauración dental tienen el potencial de generar cantidades considerables de calor que puede dañar permanentemente la pulpa cuando el remanente es extremadamente delgado que dejaría pasar mayor irradiación hasta la pulpa⁵.

En relación al daño pulpar, es menester mencionar sus tipos como lo son la pulpitis reversible, que se presenta sin dolor y es posterior a la aplicación de un estímulo, y la pulpitis irreversible, cuyo dolor puede aumentar con los cambios posturales y la percusión dental. Por lo tanto, se deben tomar medidas para limitar la irritación y las lesiones de la pulpa durante los procedimientos ⁵.

Las unidades de fotopolimerización generan calor, lo que resulta en un aumento de la temperatura que podría provocar un daño pulpar irreversible ¹². El posible efecto dañino del aumento de la temperatura en el tejido pulpar durante el tratamiento restaurador ha sido una gran preocupación en el campo de la odontología durante muchos años, además de que muchos profesionales no le dan la importancia suficiente a este protocolo al momento que están trabajando ¹³.

Por consiguiente, en la práctica odontológica existen variedad de materiales que requieren de una reacción de fotopolimerización que están fabricados para imitar la apariencia de un órgano dental sano.

En este sentido, es menester destacar, que con la presente investigación se procura brindar aportes a la comunidad odontológica, especialmente a quienes se dedican al uso de resinas en tratamientos restauradores, así como también para los mismos pacientes que reciben los diferentes tratamientos. Así mismo, este estudio considera importante tomar en cuenta el momento de usar la unidad de fotopolimerización un manejo adecuado para evitar efectos dañinos en la pulpa dental. ^{8,9}

Lo descrito nos lleva a plantear la siguiente interrogante ¿cuáles son los efectos ocasionados por la lámpara de foto polimerización sobre el tejido pulpar?

MÉTODO

PREGUNTA PICO

PACIENTE: restauraciones directas y operatorias.

INTERVENCION: fotopolimerización o fotocurado de resinas

RESULTADO (OUTCOME): efecto sobre la pulpa luego de la fotopolimerización, evidenciado en grados de calor que emanan las lámparas de fotocurado.

¿Cuáles son los efectos ocasionados por la lámpara de fotopolimerización empleada en odontología a la pulpa dental?

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Para la presente revisión sistemática, se consideró el empleo del método PRISMA¹¹ y la estrategia PICO. Se utilizaron las palabras clave bajo la guía de los Medical Subject Headings (MeSH) y Las palabras clave utilizadas como “dental pulp”, “Led light curing”, “polymerization”, “light curing”, al igual que se utilizaron los operadores booleanos “AND/OR” para facilitar la búsqueda de los artículos en las bases de datos de Pubmed, Scopus y Web of Science.

PROTOCOLO DE BÚSQUEDA UTILIZADAS PARA LA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Pregunta de Investigación: ¿cuáles son los efectos ocasionados por la lámpara de foto polimerización sobre el tejido pulpar?

Base	Términos de la búsqueda	n
Web of science	(Dental pulp AND halogen light AND heat AND polymerization OR polymerizations)	69,472
Scopus	Dental AND pulp OR pulp AND chamber AND heat AND dental AND light AND curing Pulp AND chamber AND led AND light-curing AND unit AND composite OR resins	3,245
PubMed	Pulp OR Pulp Chamber AND heat AND lighth curing OR lighth curing	9,659

Total	82,376
--------------	---------------

- Dental Pulp
- Pulp, Dental
- Pulps, Dental
- Curing Light, Dental
- Dental Curing Light
- Light, Dental Curing
- Lights, Dental Curing
- Dental Curing Lights
- Halogen Dental Curing Lights
- LED Dental Curing Lights
- Plasma Arc Dental Curing Lights
- Polymerizations
- Composite Resin
- Resin, Composite
- Resins, Composite

- Polymerizations
- Polymerization
- Pulp Chamber
- Chamber, Pulp
- Chambers, Pulp
- Pulp Chambers
- Pulp Canal

CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

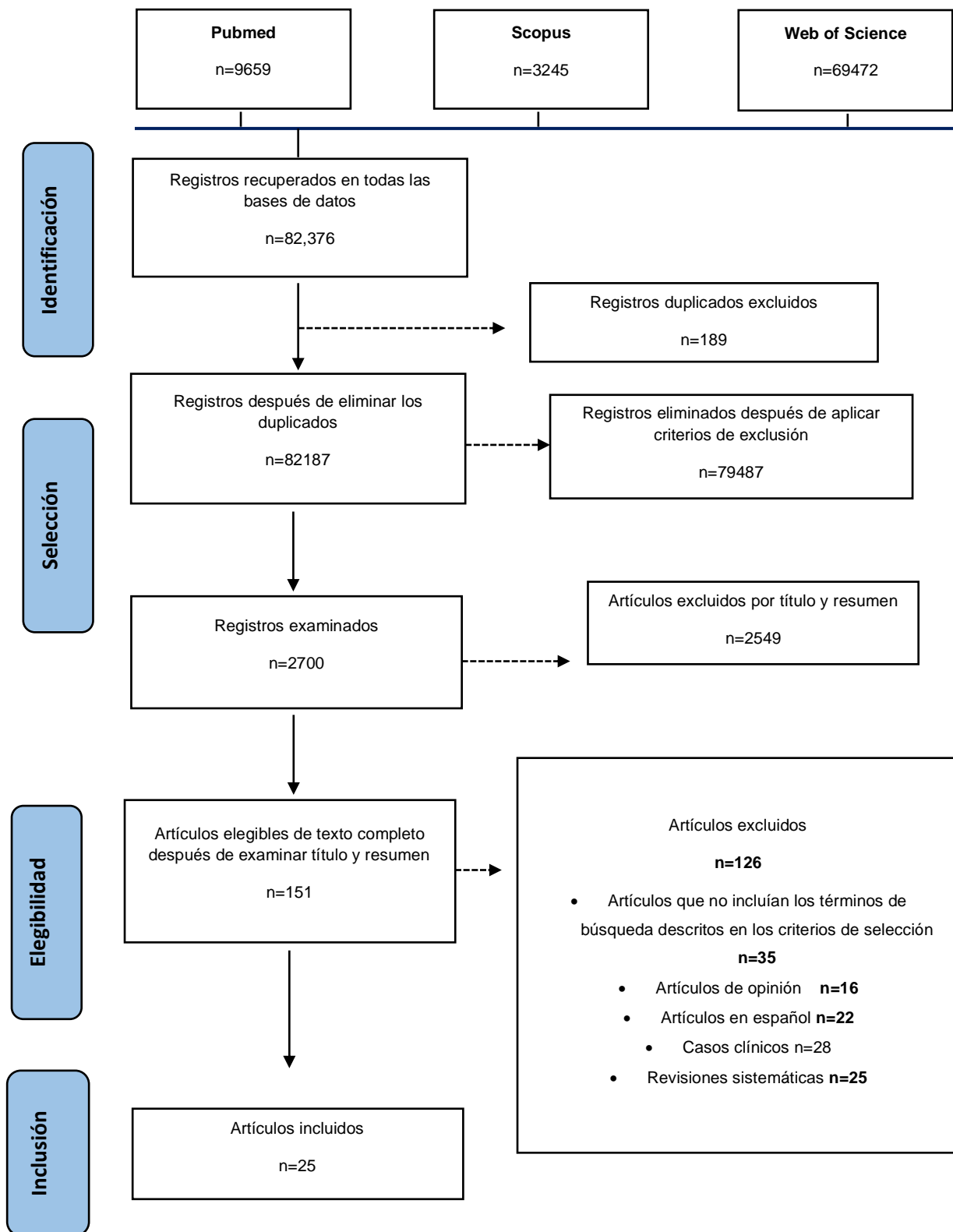
INCLUSIÓN:

- Artículos con 10 años de antigüedad.
- Artículos escritos en idioma inglés
- Ensayos clínicos aleatorizados y no aleatorizados
- Estudios invitro

EXCLUSIÓN:

- Revisiones y artículos de opinión.
- Artículos que no incluían los términos de búsqueda descritos en los criterios de selección
- Artículos en español
- Casos clínicos

Figura 1. Método PRISMA



RESULTADOS

Se observó que el total de las investigaciones consideradas para este estudio fue 25 artículos, donde la mayoría de las publicaciones pertenecen a la base de datos Scopus seguido de Web of Science y a Pubmed. En cuanto al idioma de los artículos, el 100% de los artículos se seleccionaron en el idioma inglés. En relación a los años de publicación de las revistas empleadas, se tiene que en el año 2019 y 2023 es el año de mayor publicación, en el 2020 y 2022 disminuyen las investigaciones. El año de menores publicaciones fue en el 2021. Cada uno de estos porcentajes, pueden verse reflejados en las siguientes figuras:

Figura 1. Publicaciones en bases de datos

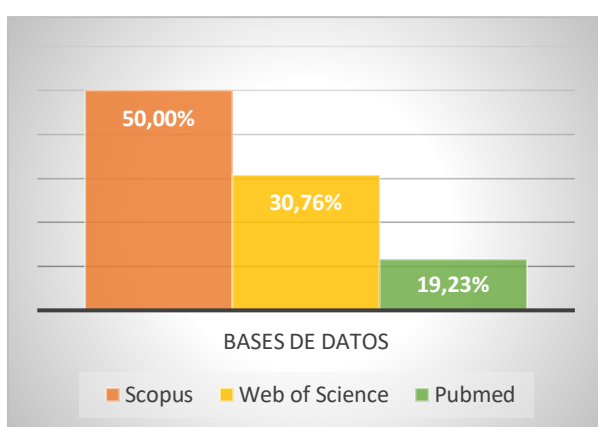
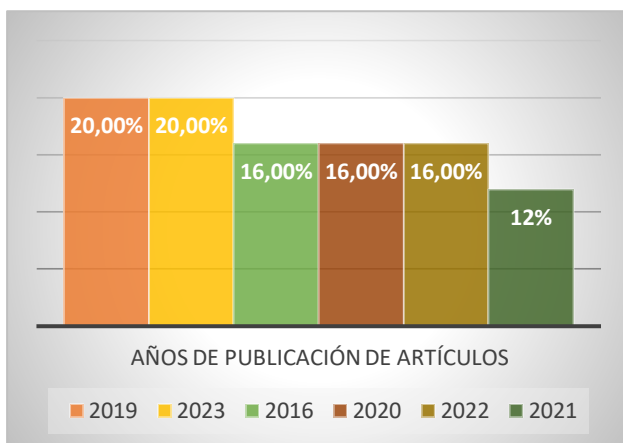


Figura 2. Años de publicación



En la tabla 1 se encuentra una descripción de los estudios en relación a la base de datos, diseño de estudio, año de publicación y autor.

N°	Base de Datos	Diseño de investigación	Autores y año de la Publicación
1	Scopus	Estudio invitro	Rajesh Harivadanbhai Mahant (2016)
2	Scopus	Estudio invitro	Alfares et al. (2023)
3	Scopus	Estudio invitro	Mouhat et al. (2021)
4	Web of science	Estudio invitro	Jabbour et al. (2022)
5	Web of science	Estudio invitro	Violeta Petrovic (2019)
6	Scopus	Estudio Invitro	Lee et al. (2023)
7	Scopus	Estudio invitro	Maucoski et al. (2023)
8	Scopus		Andreatta LM et al. (2016)
9	Pubmed	Estudio invitro	Ahmad Soori (2022)
10	Web of science	Estudio invitro	Mazour et al. (2023)
11	Web of Science	Estudio invitro	Vinagre et al. (2019)
12	Pubmed	Estudio invitro	Runnacles et al. (2019)
13	Scopus	Estudio invitro	Bakhsh et al. (2023)
14	Scopus	Estudio invitro	Erdoğan et al. (2023)
15	Web of science	Etudio invitro	Szalewski et al. (2021)
16	Pubmed	Estudio invitro	Selcuk Savas et al (2016)
17	Web of science	Estudio invitro	Milly H et al. (2022)
18	Scopus	Estudio invitro	Slack W et al. (2020)
19	Web of science	Estudio invitro	Mouhat M. (2022)
20	Scopus	Estudio invitro	Bo Wold Nilsen (2016)
21	Scopus	Estudio invitro	Mousavinasab et al. (2020)
22	Scopus	Estudio invitro	Drost et al. (2019)
23	Scopus	Estudio invitro	Hori (2019)
24	Pubmed	Estudio invitro	Bhagyashree et al. (2021)
25	Scopus	Ensayo de control aleatorio	Ahmed et al. (2020)

Tabla No. 2 Influencia fotocurado y aumento de temperatura		
Autor	Variable	Resultados
Rajesh Harivadanbhai Mahant (2016)	Aumento de temperatura - lámparas LED	Menos calor a mayor distancia
Alfares et al. (2023)	Aumento de temperatura-lámparas cuarzo tungsteno halógeno (QTH) o diodo emisor de luz (LED).	Mayor en permanentes (1,55-3,33°C) que temporales (1,17-2,96°C) QTH menor aumento (1,17-2,65°C) más aumento LED (1,61-3,33°C)
Mouhat et al. (2021)	Aumento de temperatura lámparas diferentes marcas	Cámara pulpar 6,1±0,3° superficie 20,1±1,7°C
Jabbour et al. (2022)	Aumento de temperatura-lámparas cuarzo tungsteno halógeno (QTH) o diodo emisor de luz (LED).	Temperatura disminuye cuando aumenta el grosor de los discos de dentina, independientemente del tipo de diente o unidad de fotopolimerización
Violeta Petrovic (2019)	Temperatura y exposición	53,61 ± 0,93 °C durante 10 s y de 58,97 ± 0,93 °C durante 20 s de exposición. (p=0,2063)
Lee et al. (2023)	Translucidez composites y aumento temperatura	Tiempo pico del composite Tetric® N-Ceram fue más corto que el del composite convencional (Filtek™ Z350 XT), y el de Z3D fue el más largo.
Maucoski et al. (2023)	Aumento temperatura pulpar y composites relleno masivo de baja y alta viscosidad utilizando láser y unidades (LCU)	Monet 1 s (1,9 J) y PinkWave 20 s (30,1 J) menor To y mayor energía, respectivamente. Valo X y PinkWave durante 20 s valores de T más altos (3,4-4,1 °C).
Andreatta LM et al. (2016)	Variación de temperatura dentro de la cámara pulpar y la activación por luz de las capas de adhesivo y compuesto de resina con diferentes fuentes de luz	LED alta irradiancia temperatura (42,7 ± 1,56 °C), luz de cuarzo-tungsteno-halógeno (40,6 ± 0,67 °C) y LED de menor irradiancia (37,8 ± 0,12 °C). p<0.001

Ahmad Soori (2022)	Transferencia de calor y unidades de cuarzo-tungsteno halógeno (QTH) y diodo emisor de luz (LED)	Aumento de temperatura de 5,5°C durante 10 s provocó un 15% de pulpitis.
Mazour et al. (2023)	Color resina sobre el aumento de temperatura en la cámara pulpar	No hubo diferencias significativas entre los colores
Vinagre et al. (2019)	Aumento PT inducido por 4 unidades de fotocurado (LCU LED) (Bluephase 20i, Demi Ultra, SPEC 3 y Valo) en diferentes modos de curado.	Correlación positiva entre densidad de energía y el aumento de PT (R = 0,715; p = 0,01).
Runnacles et al. (2019)	(PT) aumento sobre la temperatura fisiológica inicial, diferencia IN VITRO-IN VIVO	AT in vitro que in VIVO ambas condiciones (in vivo: r2=0,917; p<0,001; in vitro: r2=0,919;
Bakhsh et al. (2023)	Aumento PT y fotocurado de diferentes espesores de composite en cavidades profundas de clase I	ANOVA unidireccional no mostró diferencias significativas entre los grupos A y C (p > 0,05),
Erdoğan et al. (2023)	Cambio PT dientes temporales con dos unidades de fotocurado (LCU) con diodos (LED) (Valo Cordable®, Elipar™ DeepCure-S	Elipar™ DeepCure-S superaron punto de temperatura crítico aceptado de 5,6°. Valo Cordón® no fueron significativamente diferentes (p≥0.05),
Szalewski et al. (2021)	ATP y resistencia a la flexión materiales compuestos, diferentes modos y tiempos de polimerización.	Curado rápido 3 s (W = 0,96364, valor p = 0,6732), Curado rápido 5 s (W = 0,95208, valor p = 0,4585), Curado rápido 10 s (W = 0,96143, valor p = 0,6294), curado rápido 20 s (W = 0,97366, valor p = 0,863), curado por pulsos 5 s (W = 0,96143, valor p = 0,6294).
Selcuk Savas et al (2014)	Cambios de temperatura CP durante la polimerización con unidad LED en las posiciones de contacto y sin contacto.	Grupos de contacto aumento de temperatura significativamente menor en comparación con grupos sin contacto. (p<0,05)
Milly H et al. (2022)	Efecto del tipo de unidad de fotocurado sobre la salida de intensidad de la luz	La intensidad de la luz se vio afectada significativamente por el tipo de LCU (p <0,001).

Slack W et al. (2020)	Efecto del fotocurado de alta irradiación sobre el tiempo de exposición y la temperatura pulpar	Aumento máximo de temperatura pulpar desde el inicio basado en la unidad de fotopolimerización ($p < 0,0001$) y la exposición tiempo ($p < 0,0001$).
Mouhat M. (2022)	Efecto de la refrigeración con aire cuando se está fotopolimerizando	Aumento de temperatura con refrigeración por aire en comparación a sin refrigeración fue menor ($\beta = -4,26$, IC del 95 % $-5,33$ y $\beta = -4,47$, IC del 95 % $-5,60$, respectivamente).
Bo Wold Nilsen (2016)	Factores que contribuyen al desarrollo de calor durante la fotopolimerización de un composite fluido	Aumento espesor resina condujo a disminución de la temperatura de la cámara pulpar. ($p < 0,05$)
Mousavinasab et al. (2020)	Aumento térmico durante la fotopolimerización y el grado de conversión (DC) entre relleno masivo y composite de resina convencional utilizando el modo continuo de inicio alto y suave.	Modo de inicio suave y la primera capa de composite convencional fue mayor que el modo continuo alto y la técnica de llenado en masa
Drost et al. (2019)	Fuentes de fotopolimerización en cuanto a profundidad de curado y calor	Las profundidades de curado para LED (3,3 mm), lámpara halógena (3,1 mm) y láser (0,5/1 W) (3/3,3 mm) no mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$).
Hori (2019)	Aumento de temperatura durante la polimerización de resina compuesta	Diferencias significativas en la temperatura máxima entre los diferentes modos de curado ($p < 0,05$).
Bhagyashree et al. (2021)	Aumento de temperatura dentro de la cámara pulpar durante la fotopolimerización	Aumento de temperatura fue significativamente mayor para la Unidad de fotocurado que tenía una luz de mayor intensidad
Ahmed et al. (2020)	Diferencia de temperatura media en el adhesivo de autograbado de un paso versus el adhesivo de autograbado de dos pasos	La diferencia de medias no fue estadísticamente significativa entre los grupos ($p = 0,605$).

DISCUSIÓN

En el campo de la odontología, las unidades de fotopolimerización son ampliamente utilizadas para el curado de composites.¹ No obstante, la comprensión adecuada de su funcionamiento implica conocer los efectos que produce sobre la pulpa dental. Para ello, se muestran a continuación una serie de estudios que hacen referencia a los factores que provocan un aumento de temperatura y las consecuencias ocasionadas en la pulpa.^{2,4}

El aumento de temperatura en la cámara pulpar es causada por dos fenómenos que ocurren simultáneamente al momento de la reacción de la fotopolimerización, el primero está dado por el calor generado por la unidad de foto curado.⁵ Milly et al en su estudio destaca que el calor generado por la unidad nunca será nulo, independientemente de la unidad, ya sea halógena o led siempre habrá calor de por medio en mayor o menor medida^{18,19}. Asimismo, se produce un aumento de temperatura dentro de la capa de resina durante la polimerización, lo cual es atribuido a la reacción exotérmica así como a la energía radiante absorbida durante la exposición a la luz.⁶

Por su parte, el calor en la cámara pulpar se vincula a la exposición de la luz emitida⁶. De acuerdo a los tipos de lámparas de fotopolimerización, se debe resaltar que las LED dependiendo de la generación de la misma pueden emitir irradiaciones superiores a 1200 mW/cm², pudiendo ser empleadas con tiempos de exposición inferiores a 5 s para optimizar tanto la fotopolimerización de las resinas como el tiempo clínico de exposición de la pieza trabajada.⁷ Sin embargo, dicha reducción posiblemente ocasiona que los composites en especial los conocidos como bulk-fill no reciban suficiente energía para fotopolimerizarse adecuadamente¹⁶, por lo cual Alfares en su estudio menciona que el clínico o practicante debe tener el conocimiento del dispositivo y modo de trabajo para optimizar la fotopolimerización en los diferentes casos que se puedan presentar.

Además del tiempo de exposición existen otros factores que favorecen el aumento de la temperatura en el órgano pulpar, tales como el remanente dentario⁸, la distancia de trabajo, el tipo de lámpara empleada, es decir la calidad del aparato, tipo de luz con la que trabaja y obviamente el conocimiento del operador al usar el dispositivo. En el proceso de fotopolimerización, es de gran relevancia tener en cuenta los tipos e intensidades de luz que existen. El tiempo de exposición adecuado para lograr propiedades óptimas es de 30 segundos cuando se está trabajando en restauraciones directas^{9,10}, considerando las ventajas de una lámpara led, puesto que requiere menos energía, genera menos calor y tiene una vida útil prolongada sin perder su intensidad de luz en el proceso.

Los altos valores de irradiación se han convertido en una preocupación debido al riesgo potencial para los tejidos blandos y la pulpa dental. En su estudio Sorri pudo determinar

que las luces LED con mayor tiempo de exposición indujeron a aumentos significativos de temperatura. El tiempo de exposición es más importante que el nivel de producción de energía del sistema de fotopolimerización en los incrementos de temperatura de la cámara pulpar ¹⁷.

En su estudio Jabbour destaca un aspecto relevante que favorece la transmisión de la temperatura a la cámara pulpar, este factor es el remanente dentinario. Puesto que la dentina es un aislante térmico encargado principalmente de la protección de la pulpa^{12,14}, cuando esta se pierde deja más vulnerable a la cámara pulpar, es por ello que el espesor de la dentina residual influye fuertemente en el aumento de la temperatura de la cámara pulpar, de modo que a medida que disminuye el espesor de la dentina restante aumenta la temperatura de la cámara pulpar y por el contrario cuando aumenta el remanente dentinario disminuye la temperatura que llega al órgano pulpar ¹⁸. Del mismo modo, el material que se emplea para la restauración del diente, el tipo y color de compuesto. El color del material influye, es decir, mientras más claro el color del composite dejara pasar más luz facilitando el aumento la temperatura en la cámara pulpar, mientras que los oscuros absorben la radiación y la bloquean para que no llegue a la pulpa ¹⁹.

Además de lo mencionado anteriormente, Maucoski en su investigación menciona que el aumento de temperatura es proporcional a la reacción exotérmica y a la cantidad de resina compuesta aplicada, es decir mientras más grande sea el incremento de resina más calor se genera al momento de la polimerización. Esto genera un riesgo de daño pulpar ocasionado por el aumento de temperatura al emplear incrementos en bloque fotopolimerizables y materiales en cavidades muy profundas ^{20, 21,22}

Los procedimientos dentales como preparación de cavidades, polimerización de materiales de restauración y acabado/pulido procedimientos contribuyen al aumento de temperatura pulpar ²³. La pulpa dental puede soportar pequeñas cambios de temperatura de 37 a 42°C durante períodos relativamente cortos sin daño permanente. Sin embargo, los cambios extremos de temperatura o los tiempos prolongados de exposición a altas temperaturas causan daño pulpar⁵ por lo que la eficiencia de la unidad de fotopolimerización es el factor decisivo que define un tratamiento exitoso, un buen desempeño de la unidad de fotopolimerización va a acortar los tiempos de irradiación, mejor polimerización y lo más importante control del aumento de la temperatura ⁷.

En su estudio Zach y Cohen, se recomienda prestar atención al riesgo de daño térmico, afirmando que el aumento de temperatura de la cámara pulpar en 5,5°C durante 10 s causaría pulpitis irreversible y un aumento de temperatura de la cámara pulpar de 11,1°C durante 10 s provocarían Pulpitis irreversible o necrosis. ^{4,5}

Un tiempo de exposición de 60 s con una lámpara led de amplio espectro alcanza una temperatura pulpar superior a 5,5°C, un valor umbral considerado perjudicial para la pulpa.²⁴ El uso de lámpara led y el calor generado también podría dañar los tejidos bucales blandos. El daño pulpar es irreversible, encontrándose diferentes tipos de lesiones como: pulpitis irreversible y necrosis, estos daños se producen debido a la desnaturalización del paquete vasculonervioso contenido dentro de la cámara⁹.

Cuando la exposición a la luz se excede sin llegar a dañar por completo la pulpa se puede llegar a provocar una sensibilidad post operatoria^{16,19} en el mejor de los casos, pero cuando el aumento de temperatura supera el umbral de tolerancia se provoca una desnaturalización del paquete vasculonervioso, provocado por formación de ampollas y destrucción de células ectópicas, destrucción de odontoblastos, coagulación del protoplasma, expansión del líquido dentinario y aumento del flujo hacia adentro²⁶.

Es de importancia mencionar que la distancia de trabajo a la que se emplea la lámpara de fotocurado en relación a la guía de la unidad y la pieza tratada¹³, juega un papel de suma importancia en el desarrollo de la temperatura, pues en su estudio Rajesh menciona que a mayor distancia de trabajo la temperatura transferida será menor. De igual manera Savas en su estudio reafirma que cuando la lámpara está en contacto con el órgano dental la transferencia de calor será relativamente mayor.¹

El fotocurado del composite de resina se asocia con un aumento térmico que puede tener efectos nocivos sobre la salud de la pulpa vital, pudiendo ocasionar estrés térmico moderado²⁶. Durante la polimerización de resina compuesta, los pacientes manifiestan dolor debido a la irradiación de alta potencia, lo cual genera efectos secundarios en la pulpa¹³.

CONCLUSIÓN

El proceso de fotocurado de las resinas empleadas para la restauración dental produce calor en menor o mayor medida como efecto secundario, independientemente si se usa una lámpara halógena o las diferentes generaciones de lámparas LED. Además de esto se suma el aumento de temperatura dado por la acción exotérmica que produce el material al polimerizarse, ese calor sumado al de la lámpara es transmitido a los tejidos de la pulpa dental pudiendo ocasionar daños a la misma.

Existen factores que favorecen la transferencia de calor a la cámara pulpar, estos son la distancia de trabajo, la cantidad de dentina remanente y el color del composite empleado, por lo que se recomienda nunca hacer uso de la lámpara de fotopolimerización en contacto directo con la superficie dental.

El aumento de la temperatura dentro de la cámara pulpar por encima del umbral de 5,5 grados centígrados puede ocasionar complicaciones como sensibilidad post operatoria, pulpitis irreversible y necrosis del órgano dental. Sobrepassar la temperatura pulpar fisiológica puede provocar necrosis pulpar por formación de ampollas y destrucción de los odontoblastos, coagulación del protoplasma, expansión del líquido dentinario y aumento del flujo. Estos fenómenos afectan negativamente a los vasos sanguíneos aferentes y causan lesión vascular, que eventualmente resulta en necrosis pulpar en el peor de los casos.

BIBLIOGRAFÍAS

1. Mahant RH, Chokshi S, Vaidya R, Patel P, Vora A, Mahant P. Comparison of the Amount of Temperature Rise in the Pulp Chamber of Teeth Treated With QTH, Second and Third Generation LED Light Curing Units: An In Vitro Study. *J Lasers Med Sci*. 2016 Summer; 7(3):184-191. doi: 10.15171/jlms.2016.32. Epub 2016 Jul 18. PMID: 28144440; PMCID: PMC5262486. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28144440/>
2. Alfares R, Agha A, Jabour O. Temperature Changes in Primary and Permanent Teeth Dentine of Varying Thicknesses Following Irradiation by Two Light Curing Units. *Cureus*. 2023 Aug 24; 15(8):e44029. doi: 10.7759/cureus.44029. PMID: 37746354; PMCID: PMC10517433. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37746354/>
3. Mouhat M, Mercer J, Stangvaltaite L, Örtengren U. Light-curing units used in dentistry: factors associated with heat development-potential risk for patients. *Clin Oral Investig*. 2017 Jun; 21(5):1687-1696. doi: 10.1007/s00784-016-1962-5. Epub 2016 Oct 1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27695955/>
4. Jabbour, O. Temperature Changes Caused by Light Curing Units on Dentine of Primary and Permanent Teeth of Different Thicknesses. *Research Square*. 2022 <https://assets-eu.researchsquare.com/files/rs-2193200/v1/af8bbf42-974b-4e4a-b855-b9439517de94.pdf?c=1666633456>
5. Petrovic, V., Stasic, J., Komlenic, V., Savic-Stankovic, T., Latkovic, M., & Miletic, V. Temperature changes in the pulp chamber induced by polymerization of resin-based dental restoratives following simulated direct pulp capping. *HEMIJSKA INDUSTRIJA (Chemical Industry)*, 2019 73(4), 239–248. <https://doi.org/10.2298/HEMIND190504020P>
6. Lee CH, Lee IB. Effect of translucency and absorbance of composite on temperature change during photopolymerization. *Dent Mater J*. 2023 Nov 29; 42(6):894-900. doi: 10.4012/dmj.2023-143. Epub 2023 Sep 27. PMID: 37766575. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37766575/>
7. 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*. 2023 Jun;35(4):705-716. doi: 10.1111/jerd.13022. Epub 2023 Feb 4. PMID: 36738181. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36738181/>
8. Andreatta LM, Furuse AY, Prakki A, Bombonatti JF, Mondelli RF. Pulp Chamber Heating: An In Vitro Study Evaluating Different Light Sources and Resin Composite

- Layers. *Braz Dent J.* 2016 Oct-Dec;27(6):675-680. doi: 10.1590/0103-6440201600328. PMID: 27982178. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27982178/>
9. Ahmed S, Faezeh S, Farshad K, Shanin K. Determination of Temperature Rise and Heating Rate of Curing Modes of Two Different Dental LightCuring Units: The Importance of Heating Rate. *Research square.* 2022 <https://assets-eu.researchsquare.com/files/rs-2191479/v1/86b7abc5-28a7-4398-a004-62cf1af3c995.pdf?c=1697484812>
 10. Mazur MW, Aluchna M. Effect of the colour of the composite material on the temperature increase in the pulp chamber during photopolymerization. *Prosthodontics.* 2023;73(3):257-64. <https://doi.org/10.5114/ps/168067>
 11. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol [Internet].* 2021;74(9):790–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
 12. Alexandra V, Joao C, Clara R, José B, Messias A, Alberto N, Nogueira R. Pulp Temperature Rise Induced by Light-Emitting Diode Light-Curing Units Using an Ex Vivo Model. *Materials (Basel).* 2019 Jan 29;12(3):411. doi: 10.3390/ma12030411. PMID: 30699935; PMCID: PMC6384635 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6384635/>
 13. 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.* 2019 May 20; 27:e20180480. doi: 10.1590/1678-7757-2018-0480. PMID: 31116279; PMCID: PMC6534370. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6534370/>
 14. Bakhsh TA, Alfaifi A, Alghamdi Y, Nassar M, Abuljadyel RA. Thermal Sensing of Photo-Activated Dental Resin Composites Using Infrared Thermography. *Polymers (Basel).* 2023 Oct 17;15(20):4117. doi: 10.3390/polym15204117. PMID: 37896360; PMCID: PMC10611355. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37896360/>
 15. Yildirim E, Ihsan E. Effect of resin photopolymerization on primary teeth pulpal temperature change. *Pam Med J.* 2023; 16(3):466-74. <https://doi.org/10.31362/patd.1257746>
 16. Szalewski L, Szalewska M, Jarosz P. Temperature Changes in Composite Materials during Photopolymerization. *MDPI AG.* 2021; 11(2):474. <https://doi.org/10.3390/app11020474>
 17. Savas S, Botsali MS, Kucukyilmaz E, Sari T. Evaluation of temperature changes in the pulp chamber during polymerization of light-cured pulp-capping materials by using a VALO LED light curing unit at different curing distances. *Dent Mater J.* 2014;

- 33(6):764-9. doi: 10.4012/dmj.2013-274. Epub 2014 Oct 11. PMID: 25311340.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25311340/>
18. Milly H, Banerjee A. Evaluating the Clinical Use of Light-emitting Diode vs Halogen Photocuring Units. *Oral Health Prev Dent.* 2018;16(1):21-25. doi: 10.3290/j.ohpd.a39822. PMID: 29459904.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29459904/>
19. Slack WE, Yancey EM, Lien W, Sheridan R, Phoenix R, Vandewalle K. Effect of high-irradiance light curing on exposure times and pulpal temperature of adequately polymerized composite. *Dent Mater J.* 2020 Dec 3; 39(6):976-983. doi: 10.4012/dmj.2019-236. Epub 2020 Jul 30. PMID: 32727961.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32727961/>
20. Mouhat M, Stangvaltaite-Mouhat L, Finnäs E, Andersen A, Evertsen AL, Nilsen BW. How does indirect air-cooling influence pulp chamber temperature in different volume teeth and absence/presence of resin-based composite during light curing? *BMC Oral Health.* 2022 Nov 24;22(1):538. doi: 10.1186/s12903-022-02545-z. PMID: 36424576; PMCID: PMC9694609.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36424576/>
21. Nilsen BW, Mouhat M, Haukland T, Örtengren UT, Mercer JB. Heat Development in the Pulp Chamber During Curing Process of Resin-Based Composite Using Multi-Wave LED Light Curing Unit. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2020 Jul 8;12:271-280. doi: 10.2147/CCIDE.S257450. PMID: 32753976; PMCID: PMC7358186.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32753976/>
22. Mousavinasab SM, Taromi Z, Zajkani E. Thermal rise during photopolymerization and degree of conversion of bulk fill and conventional resin composites. *Dent Res J (Isfahan).* 2020 Aug 14;17(4):293-299. PMID: 33282156; PMCID: PMC7688034.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33282156/>
23. Drost T, Reimann S, Frentzen M, Meister J. Effectiveness of photopolymerization in composite resins using a novel 445-nm diode laser in comparison to LED and halogen bulb technology. *Lasers Med Sci.* 2019 Jun;34(4):729-736. doi: 10.1007/s10103-018-2651-1. Epub 2018 Oct 6. PMID: 30291465.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30291465/>
24. Miki H, Kotaro F, Yoshinori N, Masaki A, Akimichi M, Tatsushi K. Measurement of exothermic heat released during polymerization of a lightcuring composite resin: Comparison of light irradiation modes. *Dental materials journal* 38.4 (2019): 646-653. https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/38/4/38_2018-158/_article
25. Bhagyashree S, Ajay M, Madhav V, Sonal K, Siddhi N, Vikas A . Comparison of temperature rise within pulp chamber during light curing of composite restoration. *J*

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/app.50946?af=R&utm_source=researcher_app&utm_medium=referral&utm_campaign=RESR_MRKT_Researcher_inbound

26. Shakaib A, Muhammad R, Muhammad S, Irfan K. Comparison of temperature change of one-step self-etch adhesive and two-step self-etch adhesive during photo polymerization of composite restoration. Professional Med J 2020; 27(1):5-10
<https://doi.org/10.29309/TPMJ/2019.27.01.239>

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA DE
ODONTOLOGÍA CAMPUS AZOGUES

CERTIFICA

Que, el presente trabajo de titulación denominado **“Efecto del aumento de la temperatura intracameral provocada por el uso de la unidad de fotopolimerización odontológica. Revisión Sistemática”**, realizado por, **Eddy Santiago Padilla Rojas** con documento de identidad: **0302186952**, ha sido inscrito y es pertinente con las líneas de investigación de la Carrera de Odontología, de la Unidad Académica de Salud y Bienestar y de la Universidad, por lo que está expedito para su presentación.

Azogues, 2 de Julio del 2024


Ing. Ángel Aurelio Morocho Macas, Mgs
RESPONSABLE

Eddy Santiago Padilla Rojas portador de la cédula de ciudadanía N° **0302186952**. En calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Efecto del aumento de la temperatura intracameral provocada por el uso de la unidad de fotopolimerización odontológica. Revisión Sistemática”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, **2 de Julio de 2024**



Eddy Santiago Padilla Rojas

0302186952