

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



**Comparación *in vitro* de los cambios térmicos de la resina compuesta
sometida a dos diferentes fuentes de luz**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ODONTOLOGÍA
RESTAURADORA Y ESTÉTICA**

AUTOR

Mariella del Pilar Rodríguez Nureña

ASESOR

Alberth David Correa Medina

<https://orcid.org/0000-0002-2853-2231>

Chiclayo, 2025

**Comparación *in vitro* de los cambios térmicos de la resina
compuesta sometida a dos diferentes fuentes de luz**

PRESENTADA POR

Mariella del Pilar Rodriguez Nureña

A la Facultad de Medicina de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

**SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN
ODONTOLOGÍA RESTAURADORA Y ESTÉTICA**

APROBADA POR

Dennise Mabel Arones Masetto

PRESIDENTE

Carmen Lizeth Díaz Silva
SECRETARIO

Alberth David Correa Medina
VOCAL

Dedicatoria

Con mucho amor, a mis padres y abuelos, por su amor inmenso e incondicional en todo momento, por creer en mí y motivarme a superarme día a día.

A mis tíos, por acogerme con tanto cariño y hacerme sentir en casa durante estos años.

Este logro es también de ustedes, gracias por su apoyo.

Agradecimientos

A mis docentes, en especial a mi asesor, por todas sus enseñanzas en este camino, por su exigencia y paciencia para lograr lo que tanto he anhelado por mucho tiempo, gracias por compartir no solo conocimientos, sino también valores que marcarán mi vida profesional.

A mis pacientes, por su confianza y total entrega en todo este periodo, me enseñaron que detrás de cada caso hay una historia y una oportunidad por hacer las cosas mejor.

Comparación in vitro de los cambios térmicos de la resina compuesta sometida a dos diferentes fuentes de luz

INFORME DE ORIGINALIDAD

12% INDICE DE SIMILITUD	12% FUENTES DE INTERNET	3% PUBLICACIONES	4% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unab.cl Fuente de Internet	1%
5	Submitted to udes-virtual Trabajo del estudiante	1%
6	cienciadigital.org Fuente de Internet	1%
7	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	pmc.ncbi.nlm.nih.gov Fuente de Internet	1%

www.scielo.cl

Índice

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
Revisión de la literatura.....	12
Materiales y métodos	18
Resultados y discusión	22
Conclusiones	29
Recomendaciones.....	30
Referencias	30
Anexos.....	34

Lista de tablas

Tabla 1. Tipo de investigación	18
Tabla 2. Estadísticos descriptivos de cambios térmicos – Fuente LED ValoX.....	24
Tabla 3. Estadísticos descriptivos de cambios térmicos – Fuente LED Elipar	24
Tabla 4. Estadísticos descriptivos de los cambios térmicos.....	26
Tabla 5. Resultados del ANOVA factorial.....	26

Lista de figuras

Figura 1. Diseño de investigación	18
Figura 2. Diagrama de caja de cambios térmicos – Fuente Valo Grand	24
Figura 3. Diagrama de caja de cambios térmicos – Fuente Elipar	25
Figura 4. Diagrama de caja de cambios térmicos por Tiempo – Fuente	27

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo comparar *in vitro* la influencia de un disco de resina compuesta (Z350XT, 3M ESPE) previamente polimerizado en los cambios térmicos generados por dos diferentes fuentes de luz LED polywave Valo Grand (Ultradent) y monowave Elipar (3M ESPE). Se elaboraron discos de 2 mm de grosor, y se midió la temperatura a través de los discos con una termocupla tipo T durante 15 segundos, 20 segundos y 40 segundos.

Los resultados mostraron que la fuente de luz LED monowave Elipar generó un incremento térmico promedio significativamente mayor a los 15 segundos de 49.37°C frente a 46°C con polywave Valo Grand, a los 20 segundos monowave Elipar alcanzó 52.19°C y polywave Valo Grand 48.96°C y a los 40 segundos, se registraron los valores máximos, con 54.37 °C para monowave Elipar y 51.14 °C para polywave Valo Grand.

Se concluye que el tipo de fuente de luz LED influye directamente en el comportamiento térmico de la resina compuesta. Estos hallazgos resaltan la importancia de seleccionar adecuadamente la lámpara de fotopolimerización y controlar el tiempo de exposición para minimizar el riesgo de daño térmico en los tejidos dentarios. Se recomienda además ajustar los protocolos clínicos según el tipo de resina y las características de la cavidad, así como continuar con investigaciones que evalúen el impacto térmico en condiciones clínicas reales.

Palabras claves: Resina, monowave, polywave.

Abstract

This study aimed to compare in vitro the influence of a previously polymerized composite resin disc (Filtek Z350XT, 3M ESPE) on the thermal changes generated by two different LED light-curing units: the polywave Valo Grand (Ultradent) and the monowave Elipar (3M ESPE). Discs of 2 mm thickness were prepared, and temperature was measured through the discs using a Type T thermocouple during 15, 20, and 40 seconds of light exposure.

The results showed that the monowave Elipar LED light source produced a significantly higher mean temperature increase compared to the polywave Valo Grand. At 15 seconds, Elipar reached 49.37 °C versus 46 °C with Valo Grand; at 20 seconds, Elipar reached 52.19 °C and Valo Grand 48.96 °C; and at 40 seconds, the maximum temperatures were recorded—54.37 °C for Elipar and 51.14 °C for Valo Grand.

It was concluded that the type of LED light-curing unit directly influences the thermal behavior of the composite resin. These findings highlight the importance of properly selecting the light-curing device and controlling exposure time to minimize the risk of thermal damage to dental tissues. It is also recommended to adjust clinical protocols according to the resin type and cavity characteristics, as well as to continue research evaluating thermal effects under real clinical conditions.

Keywords: Resin, monowave, polywave.

Introducción

A través de los años, la odontología restauradora ha experimentado múltiples avances, con la finalidad de incrementar el éxito de los tratamientos.¹

El uso de las fuentes de luz resulta indispensable para la realización de una restauración; sin embargo el cambio térmico originado al momento de la fotoactivación podría originar pulpitis dental, reflejado por dolor y sensibilidad en dientes vitales² constituyendo una de las complicaciones más frecuentes tras una restauración.

Es de conocimiento que durante el proceso de fotoactivación de los materiales restauradores presenta una liberación calor, tanto por la fuente de luz o por la reacción de polimerización del material utilizado.³ Dicho incremento térmico puede verse reflejado a nivel de la cámara pulpar, debido a que se presenta un 15% de daño pulpar irreversible cuando la temperatura es mayor a los 5,6 °C, un 60 % cuando es mayor a 11° C y un 100% si la temperatura sobrepasa los 16,6 °C en la temperatura pulpar basal (37 °C).²

En la actualidad, existe una amplia gama de fuentes de luz fotoactivadas, como monowave o polywave, los cuales llegan a más iniciadores como canforquinona, lucerina TPO y PPD.¹ No obstante, el tiempo de exposición para la fotoactivación, es muchas veces cuestionables, algunos estudios reportan que el tiempo de exposición ideal para lograr buenos resultados es de 30 segundos, debido a que el consumo de energía es menor y no requiere ventiladores de refrigeración⁴, sin embargo, todos las fuentes de luz llevan en su programación opciones de tiempos diferentes, siendo el mayor tiempo 40 segundos, lo cual resulta preocupante por el aumento considerable de calor al que estará expuesto la restauración. Este estudio adquiere especial relevancia desde el punto de restauraciones indirectas, las cuales son realizadas con resinas previamente polimerizadas. En estos procedimientos, los dientes vitales son sometidos nuevamente a polimerización para la cementación, lo que podría incrementar significativamente la temperatura, llegando a nivel pulpar y generando procesos inflamatorios como pulpitis. Por ello, la comparación de los cambios térmicos producidos por diferentes fuentes de luz LED aporta información valiosa para la toma de decisiones clínicas orientadas al cuidado pulpar y éxito de los tratamientos.

El propósito de este proyecto fue la comparación *in vitro* de los cambios térmicos producidos por dos fuentes de luz LED al atravesar un incremento de resina compuesta previamente polimerizado.

En base a ello, se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la influencia de un disco de resina compuesta previamente polimerizada en los cambios térmicos generados por dos diferentes fuentes de luz? y las hipótesis planteadas fueron:

Hi: Existen diferencias *in vitro* en los cambios térmicos generados por dos diferentes fuentes de luz al atravesar un incremento de resina compuesta previamente polimerizado.

Ho: No existen diferencias *in vitro* en los cambios térmicos generados por dos diferentes fuentes de luz al atravesar un incremento de resina compuesta previamente polimerizado.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Comparar *in vitro* la influencia de un disco de resina compuesta previamente polimerizado en los cambios térmicos generados por dos diferentes fuentes de luz.

Objetivos Específicos

1. Determinar los cambios térmicos producidos por fuente de luz LED polywave Valo Grand a través de un disco de resina compuesta previamente polimerizado.
2. Determinar los cambios térmicos producidos por fuente de luz LED monowave Elipar a través de un disco de resina compuesta previamente polimerizado.
3. Comparar *in vitro* las diferencias significativas en los cambios térmicos alcanzados por ambas fuentes de luz al atravesar un disco de resina compuesta previamente polimerizado, según el tiempo.

Revisión De La Literatura

Antecedentes

No se encontraron antecedentes con las mismas variables de investigación, sin embargo, si existe similares.

La fotopolimerización de resinas compuestas es un proceso fundamental en la odontología restauradora, pero conlleva el riesgo potencial de generación de calor que puede afectar la vitalidad pulpar. Diversos estudios recientes han evidenciado que factores como la potencia de irradiación, el tipo de fuentes de luz LED, el modo de fotoactivación y la distancia de exposición pueden influir significativamente en los cambios térmicos durante la polimerización.

Thanoon et al.⁵ en el 2024 evaluaron in vitro el efecto de fuentes de luz LED de alta irradiación sobre la profundidad de curado y el grado de polimerización de resinas bulk-fill, encontrando que, aunque la alta potencia optimiza la conversión, también incrementa los valores térmicos en la dentina subyacente, destacando la necesidad de balancear eficacia y seguridad térmica.

De forma complementaria, Al Nahedh et al.⁶ en el 2022 demostraron que la variación en la distancia de la punta de la fuente de luz LED al material compuesto afecta directamente la eficiencia de polimerización y el incremento térmico intrapulpar. El estudio evidenció que distancias menores pueden generar aumentos de temperatura clínicamente relevantes, especialmente en cavidades profundas.

Maucoski et al.⁷ en el 2023 analizaron el aumento de temperatura en la cámara pulpar al fotopolimerizar resinas bulk-fill usando distintas fuentes de luz (láser y LED). Los resultados mostraron incrementos superiores a los 5 °C en algunos protocolos, umbral considerado crítico para la integridad pulpar. El estudio resalta la importancia de controlar la intensidad y el tiempo de exposición de acuerdo al tipo de luz empleada.

De igual forma, Miranda et al.⁸ en el 2024 investigaron el impacto de protocolos de fotopolimerización de alta intensidad y corta duración (modo rápido de 3 segundos) sobre la temperatura transdentina y la viabilidad celular. Se observó que este modo genera mayores picos de temperatura en comparación con el modo convencional, sugiriendo precaución en su uso clínico para prevenir efectos adversos sobre la pulpa.

Por otro lado, Hussein y Saeed⁹ en el 2024 evaluaron la influencia del color de la resina y la intensidad de la luz de curado sobre la generación de calor y las propiedades mecánicas de resinas bulk-fill de 1mm, utilizando unidades monowave y polywave. Sus hallazgos

concluyeron que el tiempo de curado tenía mayor impacto en la elevación de la temperatura, además de presenciar un cambio de temperatura en tonos claros.

Mouhat et al.¹⁰ en el 2021, realizaron un estudio in vitro son investigaron como distintas fuentes de luz LED afectaban el desarrollo de la temperatura, en cámara pulpar como en la superficie del diente, donde evidenciaron que el espectro de emisión y el modo de salida influyen en el aumento de temperatura.

Nilsen et al.¹¹ en el 2020, realizaron un estudio donde evaluaron la temperatura de una resina al fotopolimerizarla y posterior a ella, concluyendo que la temperatura de la resina fotopolimerizada previamente absorbía más la luz

En conjunto, estos estudios subrayan la relevancia de comparar distintas generaciones de fuentes de luz LED, como poliwave y monowave, para determinar cuál ofrece un mejor equilibrio entre eficacia de polimerización y seguridad térmica, aportando evidencia para optimizar la práctica clínica y reducir riesgos para la pulpa dental.

Bases Teóricas

Cambios térmicos

Los cambios térmicos hacen referencia a la sensación que experimenta un objeto al verse expuesto al calor o frío. En odontología, diversos tratamientos generan la elevación de la temperatura a nivel dentinario, como las preparaciones de coronas con instrumentos de alta velocidad o remoción de poste con ultrasonido que eleva la temperatura dentinaria hasta un 40.4°C. En el área de odontología restauradora, resulta importante considerar que la fotopolimerización a través de una resina compuesta previamente polimerizada también puede generar un aumento de calor en una pieza dental vital exponiendo a daño pulpar.^{12,13}

Según los estudios de Zach y Cohen, el aumento de 5°C en la temperatura pulpar por el tiempo de 10 segundos generaría daño sobre los odontoblastos subyacentes, las elevaciones de 10°C por el mismo tiempo, generarían un profundo daño pulpar y mayor a 30°C presentaría una necrosis pulpar.¹⁴

Considerando lo anterior expuesto, Yazici et al.¹⁵ investigó el aumento de temperatura causado por diferentes unidades de fotopolimerización y el aumento de temperatura en dentina de

diferentes espesores. Concluyendo que, para todas las unidades de polimerización, la elevación de la temperatura a través de 2 mm de dentina es menor que para 1 mm de espesor de dentina. También, Harlow et al.¹⁶ evaluaron la trasmisión de luz violeta y luz azul (fuente de luz poliwave y monowave) a través de resina compuesta de diferentes grosores, concluyendo que la luz violeta atraviesa menos el material en comparación de la azul, lo que significaría que una fuente de luz polywave podría tener menor eficiencia de transmisión lumínica, por ende, genera menor calor.

Para el presente estudio se utilizará como unidad de medida del cambio térmico termocupla tipo T, en diferentes tiempos a través de discos de resina compuesta.

Resina compuesta

La evolución de las resinas compuestas ha generado optimas propiedades sobre todo en la disminución de la contracción en el proceso de fotoactivación al igual de los avances de las propiedades mecánicas y estéticas, siendo el último el que más importancia ha tomado en los últimos años.¹⁷

En los años 40, se realizaban resinas acrílicas y cementos de silicato como los únicos materiales restauradores estéticos, sin embargo, esto fue reemplazado por las resinas compuestas. En 1955, Bounocore, fue el pionero en el uso del ácido orto fosfórico para incrementar la adhesión, en 1962 Bowen sumo a la composición de la resina el monómero del Bis – GM, buscando mejorar sus propiedades, no obstante, los composites requerían el uso de una pasta base como catalizador, ocasionando problemas al momento de elegir la proporción adecuada, la preparación o batido de la misma y la estabilidad de color. Pasando los años, en 1970, surgió la aparición de los compuestos fotopolimerizables mediante radiaciones electromagnéticas que sustituían la preparación polvo líquido y utilizaban la energía luminosa de una fuente de luz ultravioleta (365nm) pese a la facilidad de uso, sus efectos iatrogénicos y de poca profundidad en la polimerización propiciaron el cambio por la luz visible (427 – 491 nm) la cual viene siendo perfeccionada en la actualidad.¹⁸

Composición de la resina compuesta

Matriz orgánica

La resina compuesta posee una matriz orgánica que a la vez está formada por distintos componentes como:

Monómeros

Los monómeros son uno de los principales componentes que presenta la resina. Con el pasar de los años han surgido mejoras en sus propiedades, la unión del bisfenol A- glicidilmetacrilato (BIS – GMA) confiere una alta viscosidad debido a su mayor peso molecular, lo que genera que la composición presente mayor resistencia ante las fuerzas oclusales. Así mismo, la baja solubilidad del agua ayuda a que no se degenere la resina al estar expuesta a la saliva, lo que le da durabilidad con el pasar de los años, sin embargo, como punto en contra, la manipulación del material era dificultosa.¹⁹

Unos años después, se sumó a la composición dimetacrilatos, como el uretanodimetacrilato (UDMA), el cual al tener una baja viscosidad ayudaría en la manipulación del material, además que, al poseer mayor grado de polimerización, la resistencia mejoraba considerablemente, haciéndola más resistente ante las fracturas. Estos dos compuestos aumentaban la tasa de éxito de los tratamientos a base de resinas.^{20,21}

Un elemento más que se sumó a la composición fue el trietiglicol dimetacrilato (TEGDMA), su menor viscosidad convertiría a la resina en un material de fácil manipulación, además de mejorar la adhesión prolongando su duración y flexibilidad ante las fuerzas que generaban fracturas.²²

Sistemas iniciadores – activadores de polimerización

La fotoactivación o fotopolimerización de las resinas es necesario para formar un polímero, que viene a ser la unión química de radicales libres expuestos a la fuente de luz hacia los monómeros, para consecutivamente endurecerse. Por tal motivo, la elección del material tiene que presentar un correcto activador, ya que, al presentarse en contacto con el estímulo externo, se catalizará. Esta catalización es una alfa dicetona, de nombre Canforquinona, lo que combinada con una amina alifática terciaria presenta una absorción de entre 400y 500 nm.²³

Sistema acelerador

El dimetilaminoetilmetacrilato (DMAEM), etil-4dimetilamino bezonato (EDMAB) y N, N-cianoetilmetilamina (CEMA) son los compuestos químicos encargados de incrementar la polimerización, reduciendo el tiempo de fotoactivación.²⁴

Partículas inorgánicas

En este grupo se encuentran los compuestos como el Cuarzo, Zirconia, Vidrio de Sílice con contenido de bario y estroncio, encargados de aportar resistencia y fuerza a la resina. Por otro lado, dichos compuestos también pueden afectar directamente a la dureza, temperatura, radiopacidad, solubilidad, rugosidad y módulo de elasticidad.²⁵

Agente de acoplamiento

Encargado por grupos de silanos y metacrilatos, los cuales crean enlaces covalentes con la resina al momento de la fotoactivación.²⁶

Pigmentos

Encargados de mimetizar la restauración con la pieza dentaria. Esto, proveniente de los óxidos metálicos. Su pigmentación dependerá de la cantidad, siendo para el esmalte menor proporción de óxidos metálicos y para la dentina una mayor.²⁷

La resina compuesta a emplear en la presente investigación es la Filtek™ Z350 XT de 3M, ésta resina presenta Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA y Bis-EMA; en su composición de relleno inorgánico, contiene una combinación de sílice y zirconio, además de un relleno nanocluster agregado de zirconia y sílice. El tamaño de las partículas en de 0.6-10 μm aproximadamente para tonalidades del esmalte, cuerpo y dentina y 0.6-20 μm para tonalidades más translúcidos. El relleno inorgánico es de 72.5% en tonos translúcidos y 78.5% en los demás tonos. La profundidad recomendada por fabricante es de 2mm y una fotoactivación con luz LED de intensidad 550-1000 mW/cm^2 por 20 segundos.²⁸

Fuentes de luz

Actualmente, la mayoría de materiales restauradores contienen en sus compuestos canforquinona, que es un fotoiniciador. Este, absorbe su energía de 400 a 500nm, con un pico ideal de 468nm. Considerando lo antes expuesto, la longitud de onda que emite la fuente de luz tendría que ser compatible con la canforquinona, logrando de esta manera, la polimerización correctamente de la resina. En la actualidad, existen diferentes tipos de fuentes de luz, los cuales presentan varían de acuerdo a sus espectros de longitud de onda y las intensidades de luz que estos emiten. Lo cual está directamente relacionado a las propiedades mecánicas que presentará la restauración y la eficacia de polimerización respecto a su profundidad.²³

Hoy en día, la fuente de luz más utilizada es la LED por todas las propiedades favorables que presentan.

Fuente de luz LED

Las fuentes de luz LED (Light Emitting Diode) son dispositivos semiconductores que emiten radiación óptica mediante electroluminiscencia, un proceso que ocurre cuando los electrones atraviesan una unión de tipo p-n dentro de un material semiconductor. Actualmente éstas luces son esenciales en el tratamiento con resinas compuestas. Con el tiempo, las unidades de fotocurado LED ha permitido mejorar la calidad de polimetización, ya que emiten una longitud de onda óptima (430nm – 490) que coincide con el pico de absorción del fotoiniciador más utilizado, la canforquinona.²⁹

Clasificación de las fuentes de luz LED

Uno de los principales objetivos de los fabricantes de fotoactivadores es que sus equipos brinden la tasa de conversión alta a comparación de otras, acompañado del estrés de curado más bajo, esto resultaría una mejora en la funcionalidad y la estética de la resina.³⁰

Existen tres generaciones y dos tipos de tecnología (monowave y poliwave).³¹ Las de primera generación contiene LED de baja potencia, la segunda generación, un único LED también, pero de alta potencia (mayor salida de luz) y las de tercera generación presenta una combinación de diferentes longitudes de onda LED, razón por la cual genera un espectro de luz más amplio.^{23,32} Las monowave son las de 1° y 2° generación, contiene diodos que emiten solo luz azul en un rango de 420 a 495nm.

Las polywave son las de tercera generación, contienen diodos que emiten luz azul y violeta en un rango de 385 – 515nm.³²

Las fuentes de luz utilizadas en el presente estudiaron serán dos: Valo Grand™ de Ultradent y Elipar™ de 3M.

Valo Grand™ presenta un rango de 385 – 515 nm, con un lente de 12.0mm de tamaño, diseñada para cubrir zona molar posterior con una mayor profundidad de curado y colimación del haz con un mejor manejo térmico, con una intensidad de 1600 mw/cm².³³

La fuente de luz Elipar™ presenta un rango de luz de 430 – 480 nm, con una intensidad de 1470 nw/cm², presenta tiempos de exposición que van desde 05 a 20 segundos, además de una manipulación sencilla e intuitiva con solo dos botones y modo único.³⁴

Tiempos de exposición

Si bien, cada fuente de luz ofrece unas características distintas, la distancia y profundidad de la restauración también afectará considerablemente los resultados. Es necesario considerar las

recomendaciones del fabricante para cada fuente de luz. Al no estar estandarizado el tiempo para cada restauración, crea una ventana para futuras investigaciones.¹

Materiales y Métodos

Tabla 1. Tipo de investigación

Criterio de clasificación	Tipo de investigación
Según el enfoque de la investigación	Cuantitativa
Según el fin que persigue	Aplicada
Según el tiempo en el que se realiza	Longitudinal
Según la fuente de datos	De campo
Según la direccionalidad en la obtención de la información	Prolectiva
Según la temporalidad	Prospectiva
Según el diseño de la investigación	Experimental
Según el nivel de investigación	Explicativa

Fuente: Investigación propia

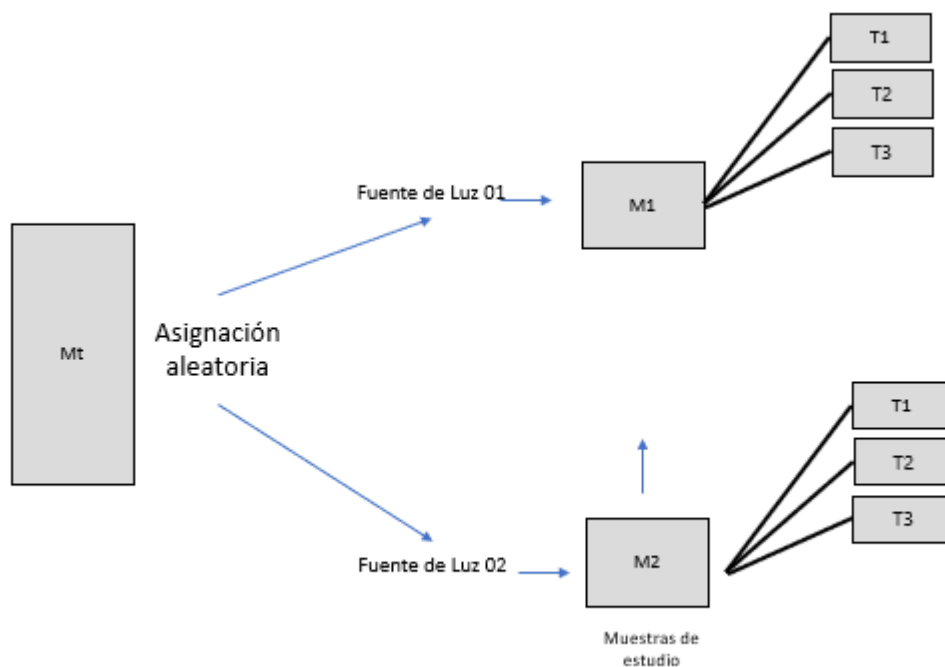


Figura 1. Diseño de investigación

Mt: Muestras Total.

M1: Muestra para fuente de luz LED 1.

M2: Muestra para fuente de luz LED 2.

T: Tiempos de exposición.

Grupo de estudio

El grupo de estudio estuvo conformado por discos de resina de 2 mm de grosor de resina compuesta Z350 XT (3M ESPE®).

Criterios de inclusión

- Discos de resina compuesta Z350 XT (3M ESPE®)
- Discos de resina que cumplan el tamaño y dimensión.
- Discos de resina que cumplan las recomendaciones del fabricante.
- Discos de resina que no hayan vencido.

Criterios de exclusión

- Discos de resina que presenten imperfecciones, defectos e irregularidades en su textura.

Criterios de eliminación

- Discos de resina que sufran daño, ruptura u otro tipo de alteración durante la experimentación que impida su medición.

Muestra

Diseño estadístico del muestreo:

- Unidad de análisis: Cada disco de resina que cuente con los criterios de selección establecidos.
- Unidad de muestreo: Cada disco de resina que cuente con los criterios de selección establecidos.
- Tamaño de muestra: El tamaño mínimo de muestra será calculado con datos de un estudio piloto empleando la fórmula para comparar medias. La cual fue 02 por grupo, sin embargo, se decidió realizarlo con 08 discos por grupo en los tres tiempos, considerando posibles pérdidas, haciendo un total de 48 discos de resina.

Fórmula para cálculo de tamaño de muestra

$$n = \frac{k(Var1 + Var2)}{(M1 - M2)^2}$$

$$k = (Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2$$

n = El tamaño de la muestra que queremos calcular

N = Tamaño de la población

Z = Es la desviación del valor medio que aceptamos para lograr el nivel de confianza deseado.
(Nivel de confianza 95% -> Z=1,96)

e = Es la precisión o el margen de error máximo que admito.

p = Es la proporción que esperamos encontrar (p= 0.5).

Muestreo

Se utilizará un muestreo no probabilístico

Autorizaciones

Se solicitó la aprobación del proyecto de investigación al Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Prueba piloto

Para la prueba piloto se utilizó 3 muestras por cada grupo.

Los objetivos fueron:

- Generar valores que permitan determinar un tamaño apropiado de la muestra.
- Evaluar los procedimientos del estudio.
- Evaluar la confiabilidad del método.

Procedimientos

Posterior a la aprobación del comité de Ética en Investigación de la facultad de medicina de la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y a su vez teniendo autorización del director del centro especializado, se procederá a realizar la ejecución del proyecto de tesis de la siguiente forma:

Se realizó la calibración de equipos y carga de equipos al 100%. Se utilizó el radiómetro para comprobar la intensidad de fuentes de luz.

1. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:

a. Para la confección de los bloques de resina:

- 1 Se fabricaron moldes metálicos cilíndricos de 10 mm de diámetro y 2mm de altura, se aplicó vaselina líquida (Alkofarma, Perú) en la superficie interna de las matrices para facilitar la remoción de la resina.

- 2 Se colocaron una tira celuloide y sobre ella una platina de vidrio de 7x7, se aplicará presión de 1kg durante 30 segundos para retirar el material excedente y lograr una superficie plana.
- b. Para la aplicación de resina: La resina a utilizar es Filtektm Z350 XT (ESPE, 3M), se aplicó la resina mediante la técnica incremental en los moldes metálicos, con la espátula de resina PFIG 4/5 (Hu-Friedy).
- c. Fotoactivación: Se realizó con la fuente de luz Bluephase NG4 (Ivoclar, Vivadent) por 20 segundos cada bloque, a una distancia de 1mm sobre la cinta celuloide. Terminada la polimerización se retiraron los bloques de los moldes metálicas.
- d. Pulido: Se utilizó el sistema de pulido Jiffy (Ultradent) siguiendo recomendaciones de fabricante.

2. MEDICIÓN DEL CAMBIO TÉRMICO:

Las muestras se dividieron para cada fuente de luz a estudiar, LED Valo Grand (Ultradent) y - LED Elipar (3M ESPE, St. Paul, MN, USA).

Se realizó evaluación con el radiómetro siendo para Valo Grand 1500 mw/cm² y para Elipar 1350 mw/cm², las cuales se encuentran en los parámetros ideales según fabricante.

La muestra se estandarizó a una temperatura ambiente y se colocaron en una prensa que fijaba la posición de la fuente de luz a una distancia de 10mm.

Se realizaron las mediciones con termocupla tipo T (Omega, Perú) en intervalos constantes de fotocurado por 15, 20 y 40 segundos.

Entre cada medición se esperó 5 minutos por toma para evitar el calentamiento de las fuentes de luz y por cada tiempo se realizaron 3 tomas para tener un promedio y no ver alterado los resultados.

Se calculó el tiempo con un cronómetro externo.

Instrumento de recolección de datos

Los datos fueron registrados en una ficha de recolección de datos, elaborada específicamente para el presente estudio. (anexo 3)

Todas las variables se encuentran operacionalizadas en el cuadro correspondiente en el anexo 1.

Análisis de datos

Se elaboró una base de datos en Microsoft Office Excel, estos datos serán procesados mediante un software estadístico SPSS versión 27.0 (IBM, New York, USA). Los resultados se presentaron mediante medias, desviaciones estándar, medianas, rangos intercuartílicos, valores mínimos y valores máximos. Luego los datos fueron analizados mediante pruebas estadísticas para determinar la normalidad utilizando Test de Shapiro Wilk, si los datos no siguen la normalidad se usará la prueba estadística Kruskal – Wallis y en el caso sí, ANOVA. Si se encuentran diferencias estadísticamente significativas se realizará las pruebas post hoc correspondientes. Se considerará un nivel de significancia del 5%.

Consideraciones Éticas

La investigación se envió al comité de ética en investigación de la facultad de medicina de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo para ser evaluado y aprobado.

En el presente estudio se cumplieron los criterios de la Declaración de Helsinki de la Sociedad Médica Mundial, respetando las normas de bioseguridad y manejo de residuos, como la normativa de los laboratorios a realizarse. Además, no presentó implicaciones éticas debido a que es un estudio *in vitro*, aplicado en bloques de resina y no en especímenes biológicos de animales o humanos.

Asimismo, el proyecto de investigación fue sometido al análisis del software turnitin el cual debe tener como resultado un 20 % de similitud.

Resultados y discusión

El objetivo general de la presente investigación fue comparar *in vitro* la influencia de un disco de resina compuesta previamente polimerizado en los cambios térmicos generados por dos diferentes fuentes de luz. Este objetivo se desarrolló mediante tres objetivos específicos, que estructuran la presentación de los resultados y su discusión.

Determinar los cambios térmicos producidos por fuente de luz polywave Valo Grand a través de un disco de resina compuesta previamente polimerizado.

El análisis de los cambios térmicos generados por la fuente de luz LED polywave Valo Grand, en los tres tiempos de exposición (15 s, 20 s y 40 s), reveló que a los 15 segundos la temperatura alcanzó 46.14 °C, a los 20 segundos subió a 48.96 °C y, finalmente, a los 40 segundos llegó a 51.14 °C. En promedio, la temperatura global fue de 47.13 °C (IC 95%: 46.14–48.13), con una desviación estándar de 2.36 °C. Los valores oscilaron entre 43.8 °C y 51.8 °C, y se observó una distribución normal de los datos (Shapiro-Wilk $p = 0.209$), lo que indica una variabilidad controlada y clínicamente aceptable, como también lo reportaron Al Nahedh et al.⁶

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de cambios térmicos – Fuente LED Valo Grand

Tiempo (s)	Temperatura Media (°C)	Desviación Estándar (°C)	Rango (°C)
15	46.14	2.36	43.8–48.2
20	48.96	2.36	44.5–49.7
40	51.14	2.36	45.2–51.8

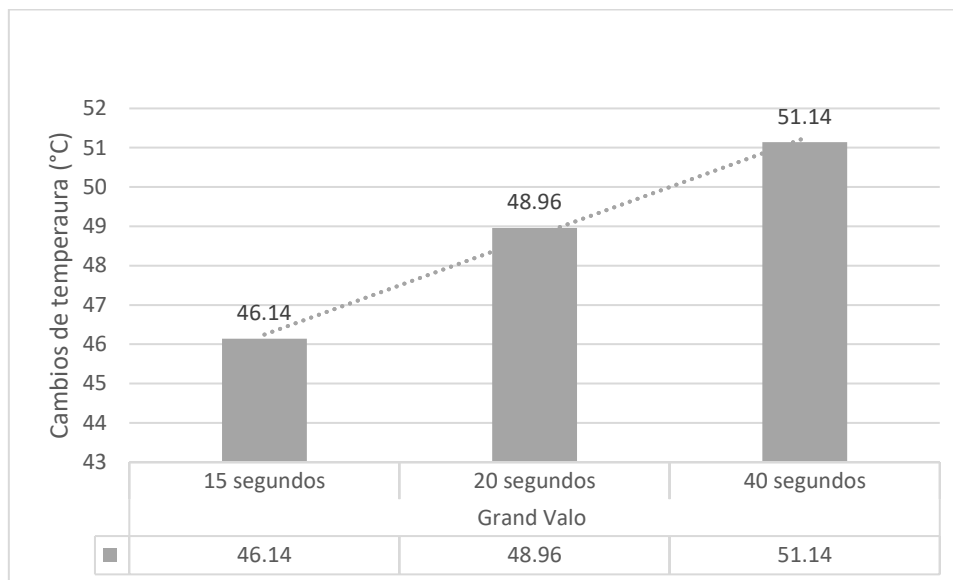


Figura 2. Diagrama de caja de cambios térmicos – Fuente LED Valo Grand

Nota. Los resultados obtenidos en el gráfico son de los 15, 20 y 40 segundos.

Determinar los cambios térmicos producidos por fuente de luz LED monowave Elipar a través de un disco de resina compuesta previamente polimerizado.

El análisis de los cambios térmicos generados por la fuente de luz LED Elipar mostró que a los 15 segundos la temperatura media fue de 49.37 °C, a los 20 segundos alcanzó 52.19 °C, y a los 40 segundos subió a 54.37 °C. La temperatura media global para esta fuente fue de 50.36 °C (IC 95%: 49.13–51.58), con una desviación estándar de 2.90 °C. Los valores de temperatura variaron entre 45.4 °C y 56.9 °C, y los datos también siguieron una distribución normal (Shapiro-Wilk $p = 0.389$). Estos resultados fueron consistentes con los encontrados por Maucoski et al.⁷ quienes indicaron que las fuentes de luz LED de alta potencia pueden generar incrementos térmicos que superan el umbral clínico de seguridad pulpar.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de cambios térmicos – Fuente LED Elipar

Tiempo (s)	Temperatura Media (°C)	Desviación Estándar (°C)	Rango (°C)
15	49.37	2.90	45.4–52.6

20	52.19	2.90	46.2–54.9
40	54.37	2.90	46.9–56.9

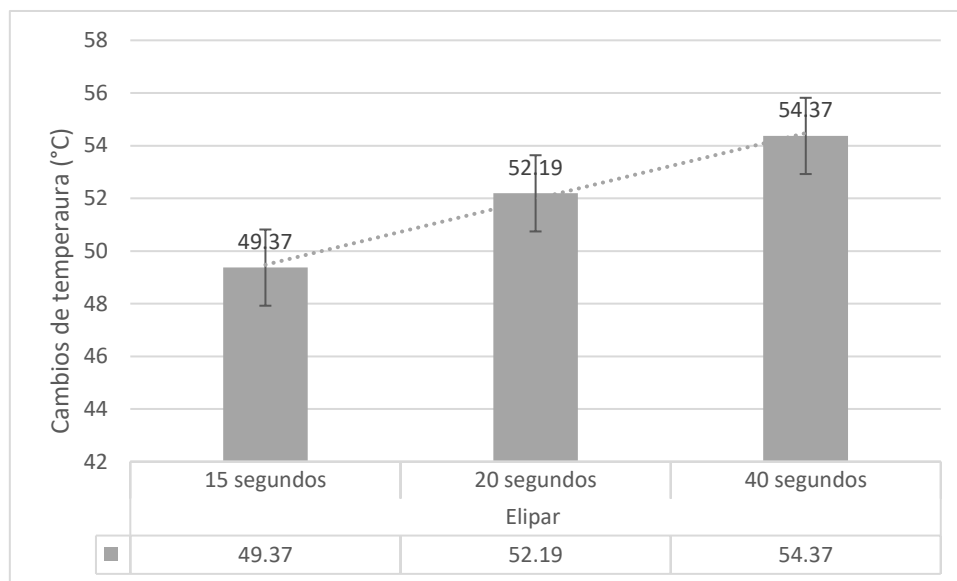


Figura 3. Diagrama de barras de cambios térmicos – Fuente LED Elipar

Nota. Los resultados obtenidos en el gráfico son 15, 20 y 40 segundos.

Comparar in vitro las diferencias significativas en los cambios térmicos alcanzados por ambas fuentes de luz al atravesar un incremento de resina compuesta previamente polimerizado, según el tiempo.

Para evaluar el efecto de la fuente de luz (Valo Grand vs. Elipar) y del tiempo de exposición (15 s, 20 s y 40 s) sobre el incremento térmico de la resina compuesta, se empleó un diseño factorial 2×3 y se siguieron los siguientes pasos:

Verificación de supuestos

La normalidad de los datos se evaluó mediante la prueba de Shapiro–Wilk aplicada a cada combinación de fuente de luz y tiempo de exposición (Valo Grand – 15 s, Valo Grand – 20 s, Valo Grand – 40 s, Elipar – 15 s, Elipar – 20 s y Elipar – 40 s). En todos los casos, los valores de p fueron $> 0,05$, lo que indica que las distribuciones no se desvían significativamente de la normalidad. La homogeneidad de varianzas se verificó mediante la prueba de Levene considerando las dos fuentes de luz (Valo Grand y Elipar) en conjunto para todos los tiempos, resultando $F(1,46)=1,03$; $p=0,315$, lo que confirma la igualdad de varianzas.

En la Tabla 4 se resumen las medias, desviaciones estándar y errores estándar tanto por tiempo de exposición como por fuente de luz. Se observa un aumento progresivo de la temperatura

media al incrementar el tiempo, así como un mayor promedio para Elipar frente a Valo Grand en cada nivel de tiempo.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de los cambios térmicos

Tiempo	Media (°C) Elipar	Media (°C) Valo Grand	SD (°C) Elipar	SD (°C) Valo Grand	SE (°C) Elipar	SE (°C) Valo Grand
15 s	49.37	46.14	2.50	2.10	0.88	0.74
20 s	52.19	48.96	2.80	2.36	0.99	0.83
40 s	54.37	51.14	2.90	2.52	1.03	0.89

Análisis de varianza factorial

Se realizó un ANOVA de dos vías con los factores Fuente y Tiempo, y la variable dependiente Cambio *Térmico*. Los resultados se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados del ANOVA factorial

Fuente de variación	gl	MS	F	p	η^2 parcial
Fuente	1, 138	76.53	17.24	< .001	0.28
Tiempo	2, 138	106.24	23.92	< .001	0.51
Fuente × Tiempo	2, 138	6.17	1.39	0.255	0.04
Error	138	4.44			

Efecto principal de tiempo: $F(2,138)=23.92$, $p<.001$, $\eta^2=0.51$; el incremento térmico aumenta significativamente con el tiempo de exposición.

Efecto principal de fuente: $F(1,138)=17.24$, $p<.001$, $\eta^2=0.28$; la luz Elipar genera un aumento térmico mayor que Grand Valo.

Interacción: $F(2,138)=1.39$, $p=0.255$; no se detecta interacción significativa, lo que indica que el patrón de aumento con el tiempo es paralelo en ambas fuentes.

Tamaño del efecto y comparación puntual

Para la comparación independiente entre fuentes, el t-test de Student arrojó $t(46)=4.225$, $p<.001$. El cálculo de Cohen's d se realizó como:

$$d = \frac{M_{\text{Elipar}} - M_{\text{Valo X}}}{S_p} = \frac{50.36 - 47.13}{2.64} \approx 1.22$$

Este valor indica un efecto muy grande de la fuente sobre la generación de calor.

Representación gráfica

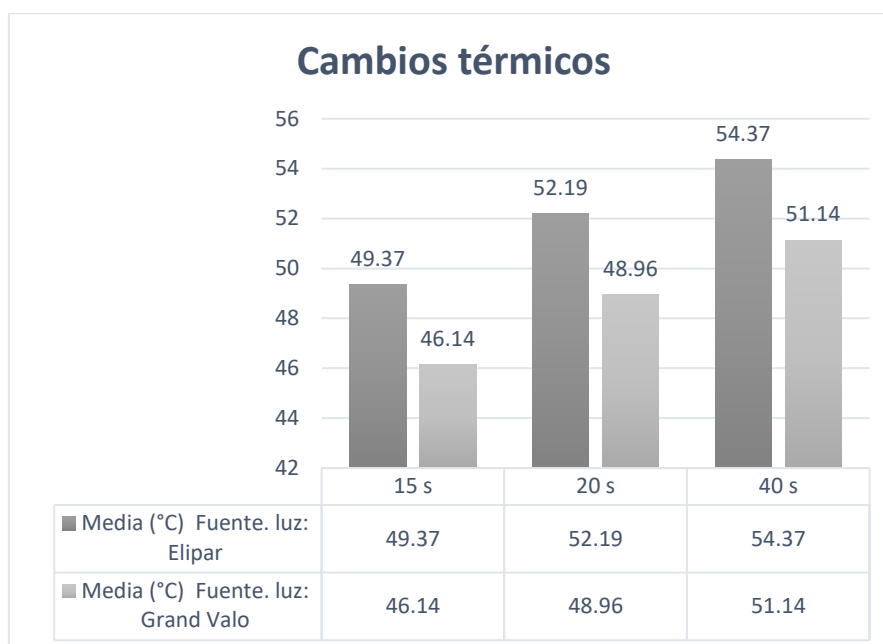


Figura 4. Diagrama de barras de cambios térmicos por Tiempo – Fuente

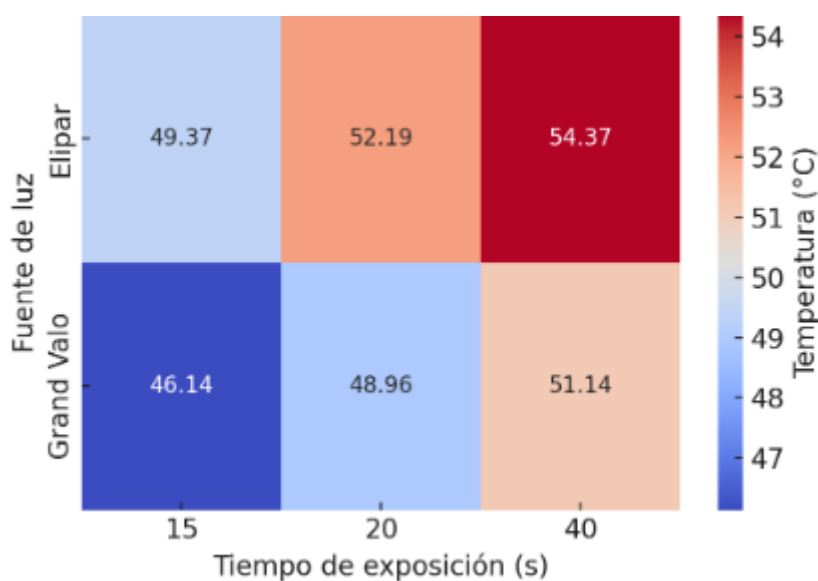


Figura 5. Heatmap de temperatura según tiempo y fuente de luz.

El análisis factorial de dos vías puso en manifiesto que tanto el tiempo de exposición como la fuente de luz LED influyen de manera independiente y significativa en el calentamiento de la resina compuesta. Concretamente, el ANOVA mostró un efecto principal del tiempo ($F(2,138) = 23.92$; $p < .001$; $\eta^2 = 0.51$), reflejando un aumento progresivo de las temperaturas medias desde aproximadamente 46.14 °C a los 15 s hasta 51.14 °C a los 40 s. De forma paralela, la fuente de luz también tuvo un efecto principal significativo ($F(1,138)$)

= 17.24; $p < .001$; $\eta^2 = 0.28$), de modo que la unidad Elipar produjo en promedio 3.23 °C más que Grand Valo. La interacción Fuente×Tiempo no resultó significativa ($F(2,138) = 1.39$; $p = 0.255$), lo que indica que ambos equipos comparten un patrón paralelo de incremento térmico en función del tiempo, si bien Elipar parte de niveles térmicos más elevados. La prueba t de Student para comparar las fuentes confirmó esta diferencia entre grupos ($T(46) = 4.225$; $p < .001$) y mostró un tamaño del efecto grande (Cohen's $d = 1.22$), señalando que la discrepancia es tanto estadísticamente robusta como clínicamente relevante.

Estos hallazgos encajan con la evidencia previa que asocia mayor potencia, diseño óptico focalizado y densidad de irradiancia con picos térmicos que aumentan el riesgo pulpar. Investigadores como Thanoon⁵ y Maucoski⁷ han descrito cómo cabezales más concentrados y fuentes de alta potencia elevan la energía entregue en zonas localizadas, lo que se traduce en incrementos de temperatura en el sustrato dental; asimismo, trabajos sobre dinámica térmica han mostrado que la energía acumulada durante la activación explica el aumento transdentinario observado en protocolos prolongados o de alta intensidad. En términos prácticos, y junto a la clásica referencia de Zach y Cohen sobre el umbral de riesgo pulpar, el incremento medio observado entre 15 s y 40 s (aproximadamente 5 °C) sitúa los resultados en un rango que obliga a considerar medidas de mitigación durante la fotopolimerización.

Desde el punto de vista clínico, los datos sugieren que la búsqueda de mayor velocidad y eficacia de polimerización debe sopesarse frente al incremento térmico inducido: dado que la interacción no fue significativa, cualquier reducción en el tiempo de exposición tendería a disminuir la carga térmica independientemente de la marca de la lámpara. Aun así, porque Elipar mostró consistentemente temperaturas más altas.

Con referente al tiempo, es de conocimiento que los equipos evaluados solo presentan 20 segundos de activación, lo que para el tiempo 40 segundos vendría a realizarse en dos ciclos de 20 segundos cada uno, generando esto una decreciente de calor de 1°C evidenciado en el trabajo de Vinagre et al.³⁵ Estos hallazgos permiten interpretar que al dividir el tiempo de 40 segundos en ciclos de 20 segundos por limitaciones del equipo, la temperatura no alcanza a disiparse, lo que favorece a la acumulación térmica y aumenta el riesgo en dientes vitales.

La mayor elevación de temperatura observada en la fuente de luz monowave Elipar puede explicarse por su alta densidad de energía concentrada en el rango azul, que coincide con el

pico de absorción de la canforquinona. Esto favorece que una mayor proporción de la energía luminosa se transforme en calor, a diferencia de la fuente de luz monowave Valo Grand, que emite luz azul y una proporción de luz violeta, la cual tiene menor transmisión de luz a través de la resina compuesta, tal como lo menciona el estudio de Hussein y Saeed.⁹

También, Harlow et al.¹⁶ tuvo como resultados en su investigación que la luz violeta presenta menor transmisión en la resina que la luz azul, lo que significaría que el mayor cambio térmico sería de la fuente de luz monowave Elipar a comparación de la polywave Valo Grand, que combina luz violeta con azul, además de la absorción energética por la camforquinona. Lo que explicaría los valores altos explicados en nuestros resultados.

Se precisa también que el incremento de resina fue previamente polimerizado y al medir su temperatura esta suele tener mayor absorción de luz, lo que conlleva a mayor incremento de temperatura, tal como lo refiere Nilsen et al.¹¹

Es importante también reconocer las limitaciones experimentales: el estudio fue in vitro y, por tanto, no reproduce la perfusión pulpar ni los mecanismos homeostáticos que facilitan la disipación de calor en vivo; la composición, opacidad y color de la resina utilizadas son un único punto en un espectro amplio de materiales; y la colocación puntual del sensor puede subestimar o sobrestimar gradientes térmicos locales. Por ello, futuras investigaciones deberían incorporar modelos con simulación de dentina y perfusión pulpar, evaluar diferentes composiciones y colores de resina, comparar modos de activación alternativos y utilizar técnicas complementarias (p. ej. modelos de elementos finitos) para predecir la distribución del calor. En conjunto, los resultados aconsejan protocolos individualizados que consideren tanto las características del equipo de curado como las propiedades del material, buscando siempre un equilibrio entre eficacia clínica y seguridad biológica.

Conclusiones

Se confirmó una relación directamente proporcional entre el tiempo de exposición y el incremento térmico: los valores medios de temperatura aumentaron progresivamente. Todas las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$), lo que demuestra que la fuente de luz LED monowave Elipar genera más calor que fuente de luz LED polywave

Valo Grand en todos los tiempos evaluados. Esto subraya la necesidad de controlar cuidadosamente la duración de la fotoactivación para minimizar riesgos térmicos.

Recomendaciones

Optimizar los protocolos clínicos de fotopolimerización, considerando cuidadosamente la selección de la fuente de luz y ajustando el tiempo de exposición de acuerdo con la composición de la resina compuesta y la profundidad de la cavidad, a fin de minimizar el riesgo de transmisión excesiva de calor hacia el tejido pulpar.

Evaluar, en futuras investigaciones *in vitro* e *in vivo*, el comportamiento térmico de diferentes tipos de resinas compuestas, especialmente aquellas de alta y baja viscosidad, así como la influencia de otras variables como el grosor de la capa de resina y la distancia del cabezal de la luz LED al material restaurador.

Desarrollar estudios clínicos longitudinales que analicen la respuesta pulpar frente a incrementos térmicos generados durante la fotopolimerización, complementando la evidencia obtenida en estudios de laboratorio con datos reales de condiciones intraorales.

Fomentar la capacitación continua del profesional odontológico en el manejo seguro de luz de fotocurado, actualizando conocimientos sobre la potencia, espectro de emisión y técnica adecuada de fotoactivación para cada tipo de resina, siguiendo siempre las recomendaciones del fabricante y la literatura científica actual.

Explorar tecnologías de fuentes de luz de nueva generación que combinen eficiencia de fotopolimerización con reducción del impacto térmico, evaluando la viabilidad de modos de pulso o intensidades progresivas como alternativas para disminuir la transferencia de calor sin comprometer las propiedades mecánicas de la restauración.

Implementar en el consultorio controles periódicos del rendimiento de la luz LED de fotocurado, utilizando radiómetros o dispositivos de medición adecuados, para verificar que la intensidad lumínica sea la indicada y así evitar exposiciones prolongadas innecesarias que podrían incrementar el riesgo de daño térmico.

Incentivar la ejecución de investigaciones multidisciplinarias, integrando áreas como biomateriales, física aplicada y biología pulpar, con el objetivo de profundizar en la comprensión de los mecanismos de transferencia de calor durante la fotoactivación y su relación con la biocompatibilidad de los materiales odontológicos.

Referencias

1. Aquino A, Aguilar G, Díaz J, Leiva P, Quintanilla D, Atoche K, et al. Light-curing effectiveness using led lamps: a review. *Rev Cient Odontol.* 2022;10(3):120.

2. Lavín S, Toro G. Cuantificación de la generación térmica en resina compuesta sometida a tres sistemas de pulido in vitro. *Int J Odontostomatol*. 2012;6(3):267-73.
3. Jarquín D, Bonilla S, Jarquín D, Bonilla S. Aumento de la temperatura en la superficie dental durante la foto-polimerización. *Odontol Vital*. 2016;(25):17-22.
4. Zorzín J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U, et al. Bulk-fill resin composites: Polymerization properties and extended light curing. *Dent Mater*. 2015;31(3):293-301.
5. Thanoon H, Price RB, Watts DC. Thermography and conversion of fast-cure composite photocured with quad-wave and laser curing lights compared to a conventional curing light. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater*. marzo de 2024;40(3):546-56.
6. Al Nahedh H, Al-Senan DF, Alayad AS. The Effect of Different Light-curing Units and Tip Distances on the Polymerization Efficiency of Bulk-fill Materials. *Oper Dent*. 1 de julio de 2022;47(4):E197-210.
7. Maucoski C, Price R, Sullivan B, Guarneri J, Gusso B, Arrais C. 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;35(4):705-16.
8. Miranda SB, Lins RBE, Santi MR, Denucci GC, Silva CCS, da Silva S de FF, et al. Effect of Rapid High-Intensity Light-Curing on Increasing Transdental Temperature and Cell Viability: An In Vitro Study. *Polymers*. enero de 2024;16(11):1466.
9. Hussein HA, Saeed HMM. Effect of Shade and Light-Curing Intensity on Bulk-Fill Composite: Heat Generation and Chemo-Mechanical Properties (In Vitro Study). *J Compos Sci*. julio de 2024;8(7):237.
10. Mouhat M, Stangvaltaite L, Mercer J, Nilsen B, Örtengren U. Light-curing units used in dentistry: Effect of their characteristics on temperature development in teeth. *Dent Mater J*. 2021;40(5):1177-88.
11. 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*. 8 de julio de 2020;12:271-80.
12. Asociación de Academias de la Lengua Española, Real Academia Española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [citado 17 de julio de 2024]. calor | Diccionario de la lengua española. Disponible en: <https://dle.rae.es/calor>
13. Lámpara de Fotocurado LED 3M™ Elipar™ [Internet]. [citado 17 de julio de 2024]. Disponible en: https://www.3m.com.co/3M/es_CO/p/d/v000218083/
14. Zach L, Cohen G. PULP RESPONSE TO EXTERNALLY APPLIED HEAT. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1965;19:515-30.
15. Yazici AR, Müftü A, Kugel G. Temperature rise produced by different light-curing units through dentin. *J Contemp Dent Pract*. 2007;8(7):21-8.

16. Harlow JE, Rueggeberg FA, Labrie D, Sullivan B, Price RB. Transmission of violet and blue light through conventional (layered) and bulk cured resin-based composites. *J Dent.* 1 de octubre de 2016;53:44-50.
17. Rodas D, Morales B. Estudio comparativo de los diferentes tipos de resinas compuestas y sus usos de acuerdo a su composición: Revisión de literatura. *Anatomía Digit.* 2023;(6):103-22.
18. Hervás García A, Martínez M, Cabanes J, Barjau A, Fos P. Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2006;11(2):215-20.
19. Rodríguez A, Christiani J, Álvarez N, Zamudio M. Revisión de resinas Bulk Fill : estado actual. *Rev Ateneo Argent Odontol.* 2018;58(1):55-60.
20. Dahl J, Stenhagen I. Optimizing quality and safety of dental materials. *Eur J Oral Sci.* 2018;126:102-5.
21. Yu O, Zaeneldin A, Hamama H, Mei M, Patel N, Chu C. Conservative Composite Resin Restoration for Proximal Caries - Two Case Reports. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2020;(12):415-22.
22. Gao Y, Li J, Dong B, Zhang M. Direct composite resin restoration of a class IV fracture by using 3D printing technology: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 2021;125(4):555-9.
23. Gutierrez A, Pomacóndor C. Comparación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas bulk fill obtenida con dos unidades de fotoactivación LED: polywave versus monowave. *Odontol Sanmarquina.* 2020;23:131-8.
24. Takahashi H, Takada K, Nishimura K, Watanabe R. Thermal-history-dependent hase behavior of ceramide molecular assembly in a UV-curable acrylic adhesive resin. *J Oleo Sci.* 2018;67(7):905-15.
25. Padilla L. Determinación de un protocolo de uso racional de las resinas bulk fill y su aplicación. *Odontol Actual.* 2022;7(8):42-52.
26. Velo M, Wang L, Furuse A, Brianezzi L, Scotti C, Zabeu G, et al. Influence of modulated photo-activation on shrinkage stress and degree of conversion of bulk-fill composites. *Braz Dent J.* 2019;30:592-8.
27. Bittencourt J, Sampaio C, Benalcázar E, Hirata R. Analysis of the color matching of universal resin composites in anterior restorations. *J Esthet Restor Dent Off Publ Am Acad Esthet Dent Al.* 2021;33(2):269-76.
28. Restaurador Universal 3M™ Filtek™ Z350 XT [Internet]. [citado 17 de julio de 2024]. Disponible en: https://www.3m.com.pe/3M/es_PE/p/d/b00007977/
29. Rueggeberg FA. State-of-the-art: Dental photocuring—A review. *Dent Mater.* 1 de enero de 2011;27(1):39-52.

30. Bravo A, Terán R. Comparación in vitro de la profundidad de curado de una resina nano-híbrida fotoactivada con luz halógena versus luz LED. *Rev Nac Odontol.* 2018;14(26):1-10.
31. Aquino A, Aguilar G, Díaz J, Leiva P, Quintanilla D, Atoche K, et al. Efectividad de fotopolimerización usando lámparas led: una revisión. *Rev Científica Odontológica.* 10(3):120.
32. Hasanain F, Nassar H. Utilizing Light Cure Units: A Concise Narrative Review. *Polymers.* 2021;13(10):1596.
33. Valo X [Internet]. [citado 17 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.ultradent.lat/products/categories/equipment/curing-lights/valo-x>
34. Lavín S, Toro G. Cuantificación de la Generación Térmica en Resina Compuesta Sometida a Tres Sistemas de Pulido in vitro. *Int J Odontostomatol.* 2012;6(3):267-73.
35. 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. *Materials.* enero de 2019;12(3):411.
36. Asociación de Academias de la Lengua Española, Real Academia Española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [citado 16 de octubre de 2023]. tiempo | Diccionario de la lengua española. Disponible en: <https://dle.rae.es/tiempo>

Anexos
Anexo 01: Operacionalización de variables.

<i>VARIABLE</i>	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO (SEGÚN SU NATURALEZA)	TIPO (SEGÚN SU FUNCION)	ESCALA DE MEDICIÓN
<i>CAMBIOS TÉRMICOS DE LA RESINA</i>	Cambio de la temperatura en una estructura(34).	Diferencia de temperatura entre las diversas temperaturas evaluadas en T2,T3, T4 menos la temperatura basal (T1).	Temperatura	Será medida grados centígrados (°C) mediante termopar tipo T	Cuantitativa	Dependiente	Intervalo
	Una fuente luminosa es un objeto que emite luz visible que se percibe por los órganos de la visión.(3)	Comparación de dos fuente de luz fotoactivada	Fuente	-Fuente de luz LED polywave Grand Valo. - Fuente de Luz LED monowave Elipar.	Cualitativa	Independiente	Nominal
<i>FUENTES DE LUZ</i>							
<i>COVARIABLE</i>	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO (SEGÚN SU NATURALEZA)	TIPO (SEGÚN SU FUNCION)	ESCALA DE MEDICIÓN
<i>TIEMPO DE EXPOSICIÓN</i>	Magnitud física que permite ordenar la secuencia de los sucesos.(36)	Tiempo empleado para la exposición de los discos para cada luz LED.	Tiempo	Será medida en 3 tiempos: T4=15 segundos T5=20 segundos T6=40 segundos	Cualitativa		Ordinal

Anexo 02: Resolución de comité de ética



CONSEJO DE FACULTAD
RESOLUCIÓN N° 521-2024-USAT-FMED
Chiclayo, 18 de octubre de 2024

Vista la solicitud virtual N° TRL-2024-14559 en virtud de la aprobación con fecha 11 de octubre de 2024 por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina del Proyecto de Investigación de la Srta. RODRIGUEZ NUREÑA MARIELLA DEL PILAR, estudiante de Segunda Especialidad en Odontología Restauradora y Estética, de la Escuela de Odontología. Asesor: Mtro. C.D. Alberth David Correa Medina.

CONSIDERANDO:

Que esta investigación forma parte de las áreas y líneas de investigación de la Escuela de Odontología.

Que el proyecto de Investigación denominado: **COMPARACIÓN IN VITRO DE LOS CAMBIOS TÉRMICOS DE LA RESINA COMPUESTA SOMETIDA A DOS DIFERENTES FUENTES DE LUZ**, fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina.

En uso de las atribuciones conferidas por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo;

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Declarar aprobado el Proyecto de Investigación para continuar con el proceso de recolección de datos y finalización del mismo.

Artículo 2º.- Dar a conocer la presente resolución a la interesada.

Regístrese, comuníquese y archívese.



SECRETARÍA ACADÉMICA
FACULTAD DE MEDICINA



FACULTAD DE MEDICINA

Mtro. Sorey Garret Gayoso Dianderas
Secretaria Académica
Facultad de Medicina

Mtro. Luis Enrique Jara Romero
Decano (e)
Facultad de Medicina

Anexo 04: Matriz de consistencia

TITULO DEL PROYECTO	FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACIÓN
COMPARACIÓN IN VITRO DE LOS CAMBIOS TÉRMICOS DE LA RESINA SOMETIDA A DOS DIFERENTES FUENTES DE LUZ	¿Cuál es la influencia de un incremento de resina compuesta previamente polimerizada en los cambios térmicos generados por dos diferentes fuentes de luz?	<p>Objetivo General:</p> <p>Comparar <i>in vitro</i> la influencia de un disco de resina compuesta previamente polimerizado en los cambios térmicos generados por dos diferentes fuentes de luz.</p> <p>Específicos:</p> <p>Determinar los cambios térmicos producidos por fuente de luz LED polywave Valo Grand a través de un disco de resina compuesta previamente polimerizado.</p> <p>Determinar los cambios térmicos producidos por fuente de luz LED monowave Elipar a través de un disco de resina compuesta previamente polimerizado.</p> <p>Comparar <i>in vitro</i> las diferencias significativas en los cambios térmicos alcanzados por ambas fuentes de luz al atravesar un disco de resina compuesta previamente polimerizado, según el tiempo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios térmicos de la resina • Fuentes de luz 	<p>ENFOQUE: Cuantitativa</p> <p>TIPO DE DISEÑO: Experimental</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION: Explicativo</p> <p>TIPO DE ESTUDIO: Prospectivo Longitudinal Aplicativa</p>	La muestra serán discos de resina Z350 de 2mm previamente polimerizados.

Anexo 03: Archivo fotográfico

