



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA.**

**AVANCES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN**

**EN ODONTOLOGÍA. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE ODONTÓLOGO.**

**AUTOR: EDISSON GABRIEL GARCÍA RUILOVA.**

**DIRECTOR: DR. BYRON ROBERTO MORALES BRAVO.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2025**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO.**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR.**

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA.**

**AVANCES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN**

**EN ODONTOLOGÍA. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE ODONTÓLOGO.**

**AUTOR: EDISSON GABRIEL GARCÍA RUILOVA.**

**DIRECTOR: DR. BYRON ROBERTO MORALES BRAVO.**

**CUENCA – ECUADOR.**

**2025**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO.**

## RESUMEN.

**INTRODUCCIÓN:** La activación del proceso de fotopolimerización, mediante fuentes de luz se ha convertido en uno de los aspectos técnicos más relevantes y con mayores avances en la odontología restauradora. La introducción de nuevas longitudes de onda, la optimización de la intensidad lumínica y el desarrollo de fotoiniciadores más eficientes han contribuido a mejorar la calidad de las restauraciones, así como a reducir tiempos de trabajo y posibles fallas a mediano y largo plazo. **OBJETIVO:** Recopilar información Avances de fotopolimerización en odontología. Revisión bibliográfica. **MATERIALES Y MÉTODOS:** Búsqueda bibliográfica, con estrategias de indagación que incluyan solo artículos relacionados con avances de fotopolimerización en odontología, utilizando base de datos como SciElo, Sciece, PubMed. **RESULTADOS:** Entre los hallazgos encontrados se incluyen, las nuevas técnicas para identificar las mejores lámparas de fotopolimerización en odontología, analizando 50 estudios relevantes publicados, ayudando a las futuras investigaciones. **CONCLUSIÓN:** Las lámparas LED polywave se consolidan como el gold standard en la polimerización de resinas compuestas dentro de la práctica odontológica contemporánea. Su amplio espectro de emisión (385-515 nm) permite la activación de múltiples fotoiniciadores, lo que favorece una mayor compatibilidad con diversos materiales restauradores y una conversión eficiente de monómero a polímero. Además, su elevada intensidad lumínica (hasta 3200 mW/cm<sup>2</sup>) optimiza los tiempos de fotocurado, mejorando la eficiencia clínica. Sin embargo, su uso debe ser regulado para evitar el sobrecalentamiento de la estructura dental. A pesar de esta precaución, su desempeño superior y versatilidad las posicionan como la mejor alternativa para garantizar restauraciones de alta calidad en odontología.

**Palabras clave:** resinas compuestas, fotoiniciadores, polimerización dental, resinas dentales.

## 1. ABSTRACT.

### **Advances in Light Polymerization in Dentistry. A Literature Review**

**INTRODUCTION:** Light-activated photopolymerization has become one of the most relevant technical aspects with the greatest advances in restorative dentistry. The introduction of new wavelengths, optimization of light intensity, and the development of more efficient photoinitiators have improved the quality of restorations, reduced working times, and minimized potential medium- and long-term failures. **OBJECTIVE:** To compile information on advancements in photopolymerization in dentistry through a literature review. **MATERIALS AND METHODS:** A literature search was conducted using research strategies that included only articles related to advancements in photopolymerization in dentistry, using databases such as SciELO, Science, and PubMed. **RESULTS:** The findings include new techniques to identify the best light-curing lamps in dentistry, analyzing 50 relevant published studies, and contributing to future research. **CONCLUSION:** Polywave LED curing lights have become the standard in composite resin polymerization. Their emission spectrum (385-515 nm) activates multiple photoinitiators, enhancing monomer-to-polymer conversion. With intensities up to 3200 mW/cm<sup>2</sup>, they optimize curing times and improve clinical efficiency. However, their use must be consistent to prevent dental overheating. Despite this precaution, their performance and versatility position these products as the best option to ensure high-quality restorations in dentistry.

**Keywords:** Composite Resins, Photoinitiators, Dental Polymerization, Dental Resins.

## 2. INTRODUCCIÓN.

A lo largo de la historia de la odontología restauradora, las lámparas de fotopolimerización han tenido un papel fundamental al activar la reacción de polimerización de las resinas compuestas. Con la introducción de las primeras resinas fotopolimerizables, surgió la necesidad de una fuente luminosa capaz de emitir la longitud de onda adecuada para activar el fotoiniciador (generalmente canforoquinona), desencadenando así el endurecimiento del material. (1) (2) (3)

La mayoría de las fuentes especializadas señalan que la primera lámpara de fotocurado para uso odontológico fue introducida en la década de 1970 por la compañía L.D. Caulk (luego parte de Dentsply). En 1972, esta empresa lanzó el sistema "Nuva", que empleaba luz ultravioleta (UV) para polimerizar los primeros materiales fotocurables, marcando el inicio del desarrollo de los dispositivos que posteriormente evolucionarían hasta las lámparas halógenas y, más tarde, las lámparas LED que utilizamos en la actualidad. (4) (5) (6)

La historia de las lámparas de fotopolimerización refleja una búsqueda continua por optimizar la reacción de polimerización de las resinas compuestas, mejorando tanto la calidad de las restauraciones como la practicidad para el odontólogo. Las lámparas halógenas fueron el punto de partida, revolucionaron la odontología restauradora y abrieron camino a tecnologías como las lámparas de plasma arc o láseres, que si bien tuvieron un impacto inicial, terminaron siendo superadas por los sistemas LED. (2) (7)

Hoy, las lámparas LED, en sus diversas generaciones, representan el gold standar en fotopolimerización. Su eficiencia energética, menor emisión de calor y versatilidad de espectro garantizan una polimerización eficaz y más predecible, convirtiéndose en la tecnología predominante. A futuro, se prevé que los avances en la miniaturización, la polimerización inteligente y la integración digital continúen impulsando la evolución de las lámparas de fotopolimerización, contribuyendo a tratamientos restauradores más seguros, duraderos y amigables para el paciente. (1) (8)

Estos desarrollos representan un cambio de perspectivas en la práctica odontológica, al optimizar la calidad y predictibilidad de la polimerización con un enfoque más conservador.

La finalidad del artículo es recopilar información sobre los avances de fotopolimerización en odontología mediante revisión bibliográfica.

### **3. CAPITULO I**

### **4. PLANTEAMIENTO TEÓRICO.**

#### **4.1. 1.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.**

El problema que se investigó fue avances de fotopolimerización en odontología. Revisión bibliográfica. Esta aproximación se justifica por la persistencia de brechas de conocimiento que exigen un análisis crítico de la literatura, con miras a evaluar nuevas técnicas y materiales que optimicen la práctica clínica.

#### **4.2. 2.- JUSTIFICACIÓN.**

La presente revisión bibliográfica se enfocará en recopilar información sobre los avances de fotopolimerización en odontología, tema de gran relevancia dentro de la práctica clínica debido a que un proceso de curado óptimo influye directamente en la calidad, durabilidad y éxito de las restauraciones dentales. A pesar de la amplia adopción de las lámparas LED y de los nuevos fotoiniciadores, aún existen vacíos de conocimiento en torno a la selección adecuada de parámetros (intensidad lumínica, longitud de onda, tiempo de exposición, entre otros) y a la interacción con diferentes materiales. Por ello, este estudio busca analizar y sintetizar la evidencia más reciente, con el fin de ofrecer una base sólida para la toma de decisiones clínicas y para la optimización de las técnicas de fotopolimerización.

#### 4.3. **3.- OBJETIVOS:**

##### 4.3.1 **3.1.- Objetivo General:**

Analizar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre los principales avances de la fotopolimerización en odontología, con el fin de proporcionar una base sólida que oriente la selección de protocolos, materiales y equipos, y así optimizar la eficacia y predictibilidad de los tratamientos restauradores.

#### 4.4. **4. Marco Teórico.**

##### 4.4.1 **4.1.a. – Historia y evolución.**

La historia y evolución de las lámparas de fotocurado en odontología se encuentran estrechamente vinculadas al desarrollo de materiales restauradores fotopolimerizables. Desde las primeras resinas que requerían luz ultravioleta para iniciar su reacción de endurecimiento, surgió la necesidad de diseñar equipos capaces de emitir longitudes de onda específicas para activar fotoiniciadores como la canforoquinona. (1) (2) (3) La empresa L.D. Caulk (luego parte de Dentsply) marcó un hito en la década de 1970 al introducir el sistema “Nuva”, que empleaba luz UV para polimerizar un material dental. Aunque esta tecnología abrió paso al fotocurado en la práctica clínica, el uso de luz ultravioleta presentaba limitaciones en cuanto a penetración de la radiación y posibles riesgos para los tejidos. (2) (3)

Con el progreso de las investigaciones, se incorporaron las lámparas halógenas (Quartz-Tungsten-Halogen, QTH) a finales de la década de 1970 y durante la de 1980. Estas lámparas emitían un amplio espectro lumínico, del cual solo una fracción coincidía con el rango de absorción de la canforoquinona (alrededor de 460-480 nm). Si bien representaron una mejora significativa frente a la radiación UV, requerían filtros para bloquear la luz infrarroja no útil, producían mucho calor y exigían tiempos de exposición relativamente largos (entre 20 y 40 segundos o más por capa de resina). Aun así, fueron la base del fotocurado moderno, posibilitando el uso rutinario de resinas compuestas con mayor estabilidad y mejores propiedades estéticas que las resinas químicamente activadas. (1) (3)

En la década de 1990, las lámparas de arco de plasma (Plasma Arc Curing, PAC) irrumpieron en el mercado como alternativa para disminuir los tiempos de curado y aumentar la intensidad lumínica. Mediante un arco de plasma dentro de una cámara de gas, generaban un espectro amplio que abarcaba la banda de luz visible necesaria para polimerizar las resinas. Sin embargo, la complejidad del equipamiento, el elevado calor emitido, el ruido y el alto costo frenaron su adopción masiva, dando paso a que nuevas tecnologías se afianzaran en la práctica clínica. (4) (5) (6)

Paralelamente, a finales de la misma década, se exploró el uso de láseres de argón, capaces de emitir luz monocromática en torno a 488 nm, muy próximo al pico de absorción de la canforoquinona. Esta precisión prometía una polimerización más rápida y homogénea; no obstante, el alto costo de los dispositivos, la necesidad de sistemas de refrigeración y la dificultad de integrarlos en el flujo clínico cotidiano impidieron su popularización. (9) (10) (11)

El cambio definitivo llegó con las lámparas LED (Light Emitting Diode), que comenzaron a popularizarse en la primera década del siglo XXI. A diferencia de las lámparas halógenas, los LEDs emiten un espectro de luz más delimitado, concentrado en la región azul-violeta (entre 440 y 490 nm), lo que coincide con la absorción de la canforoquinona. Las primeras generaciones de LEDs se enfocaban en un rango estrecho, pero las siguientes incorporaron diodos de múltiples longitudes de onda para abarcar otros fotoiniciadores. (12) (13) Este enfoque multiespectro, unido a la alta intensidad lumínica (a veces por encima de 1000 mW/cm<sup>2</sup>) y a la reducción significativa del calor, convirtió a los LEDs en el gold standar de la fotopolimerización. Su ergonomía, menor consumo energético, portabilidad y modos de funcionamiento (rampa, pulso, turbo, etc.) contribuyen a una mayor comodidad tanto para el profesional como para el paciente, favoreciendo protocolos de polimerización más eficientes y predecibles. (14) (15) (16)

Actualmente, la investigación se centra en mejorar la uniformidad de la luz emitida, adaptar la intensidad y el tiempo de exposición según el espesor y el tipo de resina, e integrar sistemas digitales que registren automáticamente la irradiancia aplicada. Asimismo, el desarrollo de fotoiniciadores con diversos picos de absorción impulsa la innovación en los LEDs multiespectro, garantizando una polimerización más completa y homogénea en distintos materiales dentales. (17) (20) De esta manera, la evolución de las lámparas de fotocurado ha sido un factor clave en la mejora de la calidad y durabilidad de las restauraciones con resina compuesta, consolidando un enfoque clínico cada vez más conservador y eficaz para el tratamiento de las lesiones dentales. (18) (19)

#### 4.4.2 4.1.b.- Importancia de las lámparas de fotocurado en procedimientos dentales.

Las lámparas de fotocurado son instrumentos esenciales en la práctica odontológica moderna, ya que permiten la activación de la reacción química que transforma las resinas compuestas de un estado pastoso a uno rígido y resistente. (21) (22) Este proceso de polimerización influye directamente en la calidad final de la restauración dental, determinando factores cruciales como la resistencia mecánica, la adhesión al diente y la durabilidad del tratamiento. Además, una adecuada fotopolimerización ayuda a prevenir microfiltraciones y fracasos tempranos en las restauraciones, contribuyendo así a la longevidad de los trabajos clínicos. (23) (24) (25)

La elección de la lámpara de fotocurado y el protocolo de irradiación correcto (tiempo de exposición, intensidad lumínica y longitud de onda) son determinantes para lograr una conversión de monómeros a polímeros lo más completa posible. (26) (27) (28) De ello depende no solo la estética y la resistencia de la restauración, sino también la salud pulpar y la comodidad del paciente, al minimizar el riesgo de sobrecalentamiento y la sensibilidad posoperatoria. En este sentido, las innovaciones en las tecnologías de fotocurado, principalmente con lámparas LED de múltiple espectro y alta potencia, permiten al profesional optimizar la calidad de los tratamientos, favorecer la adhesión de los materiales y garantizar resultados clínicos predecibles y duraderos. (28) (29)

#### 4.4.3 4.1.c.- Tipos de lámparas de fotocurado.

- **Lámparas Halógenas (Quartz-Tungsten-Halogen, QTH)**

- ✚ Características: Emplean un filamento de tungsteno dentro de un tubo de cuarzo con gas halógeno. Emiten un amplio espectro de luz visible, del cual solo una parte corresponde a la longitud de onda óptima para la polimerización. (30) (31) (32)
- ✚ Ventajas: Fueron las primeras en popularizarse, son de costo relativamente accesible y han representado un gran avance en la práctica odontológica.
- ✚ Desventajas: Generan mucho calor, requieren filtros para bloquear la radiación infrarroja, y necesitan tiempos de exposición más

prolongados (generalmente 20-40 segundos o más por capa de resina). (30) (31) (32)

- **Lámparas de Plasma Arc (PAC)**

- ✚ Características: Utilizan un arco de plasma en una pequeña cámara de gas (como xenón) para generar luz de alta intensidad en un rango amplio de longitudes de onda, incluyendo la necesaria para polimerizar resinas compuestas. (30) (31) (32)

- ✚ Ventajas: Ofrecen mayor intensidad lumínica, teóricamente reduciendo el tiempo de curado. (30) (31) (32)

- ✚ Desventajas: Son equipos grandes y costosos, producen calor y ruido, por lo que se han vuelto menos frecuentes en la clínica diaria. (30) (31) (32)

- **Lámparas Láser**

- ✚ Características: Emplean un láser de argón (o similares) que emite luz monocromática cercana al pico de absorción de la canforoquinona (aprox. 488 nm). (30) (31) (32)

- ✚ Ventajas: Permiten una emisión muy precisa de luz en la longitud de onda ideal para la polimerización de ciertos fotoiniciadores. (30) (31) (32)

- ✚ Desventajas: Alto costo, requerimientos especiales de refrigeración y aparatosidad del equipo, lo que limita su adopción masiva en el consultorio.

- **Lámparas LED (Light Emitting Diode)**

- ✚ Características: Emplean diodos emisores de luz con un espectro estrecho concentrado en la región azul-violeta (440-490 nm), coincidente con el pico de absorción de la canforoquinona. (30) (31) (32)

- ✚ Ventajas: (30) (31) (32)

- Menor consumo energético y menor emisión de calor en comparación con lámparas halógenas.

- Mayor vida útil.

- Protocolos de polimerización más breves y eficientes.

- Formatos y diseños ergonómicos.

- ✚ Generaciones: (30) (31) (32)

➤ Primera generación:

- Lámparas Monowave, se destacan como una de las mejores opciones en fotocurado debido a su precisión y estabilidad en la polimerización de resinas compuestas con canforquinona. Emiten un espectro de luz estrecho entre 420 y 480 nm, con un pico de emisión en 468 nm, lo que permite una conversión eficiente del monómero a polímero en un 67% hasta una profundidad de 2 mm. Su intensidad de 800 a 1400 mW/cm<sup>2</sup> es suficiente para garantizar una polimerización uniforme sin generar un aumento excesivo de temperatura, lo que reduce el riesgo de daño pulpar. Con un tiempo de exposición recomendado de 20 segundos, estas lámparas logran una fotopolimerización confiable y predecible, evitando efectos adversos como contracción inadecuada, decoloración o fragilidad en las restauraciones. Además, la temperatura máxima que se puede aplicar sin causar daño en los tejidos pulpares es de 42 °C, siendo el valor óptimo 38 °C, lo que las convierte en una opción segura para el fotocurado. (58, 59,60)

➤ Segunda generación:

Emiten luz en un **rango estrecho de 420-480 nm**, con un **pico de emisión en 468 nm** (ideal para la activación de la canforquinona). Intensidad lumínica: Mayor potencia que las de primera generación, con intensidades entre 1000 y 1600 mW/cm<sup>2</sup>, lo que permite reducir los tiempos de exposición. En cuanto a la conversión de monómero a polímero del 90% hasta 2 mm de profundidad. No son tan eficientes en capas más profundas (>3 mm), ya que su espectro

no está diseñado para otros fotoiniciadores que faciliten una mejor penetración de la luz. (58, 59)

➤ Tercera generación:

- Lámparas Polywave representan la opción más avanzada y versátil en tecnología de fotocurado, destacándose como las mejores lámparas para la polimerización de resinas compuestas que contienen múltiples fotoiniciadores. Su espectro de emisión es más amplio, abarcando longitudes de onda de 385 a 515 nm, con un pico de emisión en 410 nm, lo que permite la activación de canforquinona, pero también de otros fotoiniciadores como PPD, Lucerin e Ivocerin, logrando una conversión eficiente en diferentes tipos de materiales restauradores. Con intensidades que van desde 800 hasta 3200 mW/cm<sup>2</sup>, estas lámparas pueden alcanzar profundidades de curado superiores a 3 mm, e incluso hasta 4 mm en configuraciones de alta intensidad. Su tiempo de exposición recomendado varía entre 10 y 40 segundos, dependiendo del tipo de resina y la potencia aplicada. No obstante, su mayor potencia requiere un control preciso del tiempo de exposición, ya que un uso prolongado puede generar sobrecalentamiento y riesgo de daño pulpar. A pesar de este detalle, su capacidad de fotopolimerización en menos tiempo y su compatibilidad con una variedad más amplia de resinas las convierten en la mejor alternativa para odontólogos que buscan eficiencia, rapidez y resultados de alta calidad en restauraciones dentales. (58, 61, 62)

**4.4.4 4.1.d.- Tipos de fotoiniciadores utilizados.**

- Canforoquinona: es el fotoiniciador más común dentro del grupo de las dicetonas, ampliamente utilizado en odontología para la polimerización de

resinas. Se activa en un rango de longitud de onda entre 400 y 500 nm, con un pico máximo de activación a 468 nm. Su función principal es iniciar una reacción en cadena mediante la generación de radicales libres, que se propagan secuencialmente, endureciendo las resinas y los materiales restauradores durante los procedimientos dentales. (54, 56)

- TPO: (Óxido de Trifluorofosfina) es Es un fotoiniciador de tipo I que se activa con luz de longitud de onda corta (~380 nm). Se descompone directamente en radicales libres sin necesidad de co-iniciadores, permitiendo una polimerización rápida y eficiente en capas profundas de resinas Bulk Fill, función: Absorbe en longitudes de onda más cortas (~380 nm) y mejora la polimerización en capas más profundas debido a su alta eficiencia en la conversión de monómeros. (54, 56)
- PPD: (Fenilpropanodiona) Es un fotoiniciador opcional a la canforoquinona, con absorción en ~410 nm. Se utiliza para mejorar la estabilidad del color en las restauraciones, ya que genera menos amarillamiento en comparación con la CQ, sin afectar la polimerización. función: Alternativa a la canforoquinona, con activación a menor longitud de onda (~410 nm), proporcionando menor cambio de color en las restauraciones. (54, 56)

#### 4.4.5 4.1.d.- Eficiencia de polimerización y propiedades mecánicas

La eficiencia de la polimerización es un factor clave que determina el desempeño clínico de las resinas compuestas, ya que influye directamente en sus propiedades mecánicas finales. Cuando la reacción de polimerización se desarrolla de manera óptima —es decir, con un alto grado de conversión de monómeros a polímeros— se obtienen restauraciones con mayor resistencia a la compresión, mejor dureza superficial, menor contracción y un módulo de elasticidad adecuado. Además, una polimerización correcta reduce el riesgo de microfiltraciones y fallas marginales, contribuyendo a la longevidad de la obturación y a la salud pulpar del diente. (33) (34) (35)

Por el contrario, cuando la intensidad lumínica, el tiempo de exposición o la longitud de onda de la lámpara no se ajustan adecuadamente, la conversión de monómeros puede ser deficiente, ocasionando restauraciones con menor resistencia al desgaste y mayor susceptibilidad a la fractura. Asimismo, una

polimerización incompleta puede comprometer la adhesión entre el material y la estructura dental, lo cual incrementa el riesgo de filtración, sensibilidad posoperatoria y fracaso clínico a mediano o largo plazo. (36) (37) (38) En consecuencia, la selección de la lámpara de fotocurado adecuada, la calibración de sus parámetros y la correcta técnica de aplicación son esenciales para optimizar tanto la eficacia de la polimerización como las propiedades mecánicas de la restauración.

#### **4.4.6 4.1.e.- Evaluación y mantenimiento de lámparas de fotocurado**

La efectividad de las lámparas de fotocurado está directamente relacionada con la intensidad y la estabilidad de la luz emitida. Por ello, es fundamental realizar evaluaciones periódicas de su potencia lumínica utilizando un radiómetro o dispositivos medidores de irradiancia, asegurándose de que la lectura se mantenga dentro de los rangos recomendados por el fabricante y por la literatura especializada. De este modo, se puede diagnosticar a tiempo una disminución en la potencia o una alteración en el espectro de emisión, factores que comprometerían la polimerización de las resinas compuestas y, en consecuencia, la calidad de los tratamientos restauradores. (39) (40) (41)

Asimismo, el mantenimiento regular de las lámparas de fotocurado implica la limpieza de las guías de luz, la comprobación de la integridad de los filtros o lentes, y la sustitución oportuna de baterías o componentes electrónicos defectuosos. En el caso de los equipos con ventilación forzada, se recomienda revisar y limpiar los sistemas de refrigeración para prevenir sobrecalentamientos. (42) (43) (44) Estas acciones preventivas no solo prolongan la vida útil del equipo, sino que también garantizan el cumplimiento de los protocolos de fotopolimerización, contribuyendo a la eficiencia clínica y a la seguridad tanto del profesional como del paciente.

#### **4.4.7 4.1.f.- Innovación y tendencias futuras en fotocurado.**

La búsqueda de una polimerización más rápida, homogénea y eficaz ha impulsado el desarrollo de tecnologías que van desde lámparas LED multiespectro hasta sistemas de control automático de irradiancia. Estas innovaciones buscan optimizar la conversión de monómeros, reducir el riesgo de

sobrecalentamiento pulpar y adaptarse a materiales con distintos fotoiniciadores, ampliando las posibilidades clínicas. (45) (46) (47)

Las resinas Bulk Fill son resinas compuestas diseñadas para aplicarse en incrementos de 4-5 mm, asegurando una polimerización profunda y reduciendo el tiempo clínico. Gracias a sus fotoiniciadores de alta eficiencia y mayor translucidez, minimizan la contracción por polimerización. Tetric N-Ceram Bulk Fill: Utiliza la canforoquinona (CQ) como foto iniciador principal, activándose con luz azul en el rango de 420-495 nm. Este material permite la aplicación en incrementos de hasta 4 mm y se cura en 20 segundos por incremento.

Activa BioActive: Utiliza un sistema de fotoiniciación que combina canforoquinona con otros fotoiniciadores alternativos para lograr una menor contracción por polimerización (~1.7%) y una mayor profundidad de curado (hasta 4 mm), ideal para restauraciones profundas.(53)

En los próximos años, se prevé una mayor integración de sensores y software que permitan medir, en tiempo real, la irradiancia, es decir, la cantidad de radiación necesaria para asegurar un curado efectivo de los materiales compuestos en odontología. El valor ideal oscila entre 1000 y 12,000 mW/cm<sup>2</sup>, lo que garantiza un curado rápido y completo del material. (53) La incorporación de estos sensores permitirá a los dispositivos ajustar automáticamente la intensidad de la luz y el tiempo de exposición en función del tipo de material y el espesor de la capa de resina, optimizando así el proceso de polimerización. Asimismo, el desarrollo de lámparas con longitudes de onda ajustables promete abordar la diversidad de fotoiniciadores, como el TPO y el PPD, además de la canforoquinona, asegurando una polimerización más completa en las resinas de última generación. (30) (44) (48)

Por otro lado, se exploran métodos de curado dual (fotoquímico + autocurado) y la incorporación de nanotecnología en los fotoiniciadores, como también puntas adaptables que influyen directamente en la eficacia de penetración de la luz y disminuyendo la contracción de polimerización. Estos avances conforman un panorama prometedor, en el que la individualización de los protocolos de fotocurado y la miniaturización de los equipos favorecerán tratamientos más

predecibles, con mejores resultados estéticos y una mayor preservación de la estructura dental. (49), (50), (51).

Las puntas de las lámparas de fotocurado pueden estar hechas de fibra óptica, metal o polímero, y presentan diferentes formas que facilitan el acceso a diversas áreas de la cavidad oral. Existen varios tamaños según su aplicación: el estándar (8-10 mm) se utilizan en la mayoría de las restauraciones, ya que proporcionan una cobertura amplia y uniforme; las reducidas (3-6 mm) son ideales para procedimientos que requieren precisión en áreas pequeñas, como fosas, fisuras o restauraciones puntuales; y las amplias (12 mm o más) se emplean en restauraciones extensas o técnicas que requieren el curado simultáneo de grandes superficies. (57)

## **5. CAPÍTULO II**

### **PLANTEAMIENTO OPERACIONAL**

5.1. **1.- MARCO METODOLÓGICO.**

**Enfoque:** No aplica por ser revisión de la literatura.

**Diseño:** No aplica por ser revisión de la literatura.

**Nivel de la investigación:** Explorativo.

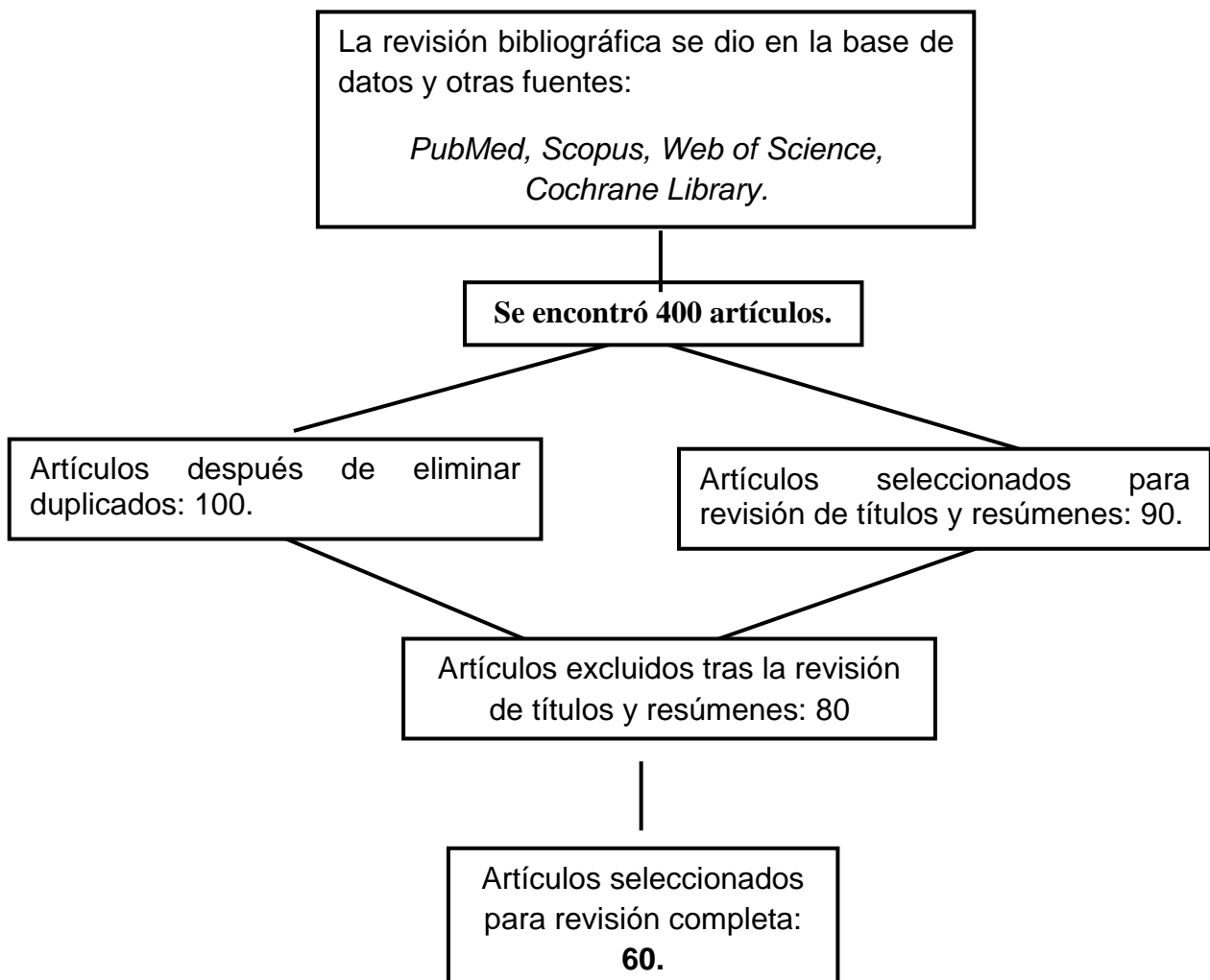
**Tipo de investigación:**

- **Por el ámbito:** No aplica por ser revisión de la literatura.
- **Por la técnica:** No aplica por ser revisión de la literatura.
- **Por la temporalidad:** No aplica por ser revisión de la literatura.

5.2. **2.- POBLACIÓN Y MUESTRA.**

No aplica por ser revisión de la literatura.

5.3. **3.- FLUJOGRAMA DE PRISMA.**



#### 5.4. 4.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.

##### 5.4.1 4.1.- INCLUSIÓN:

- Estudios incluidos en la síntesis cualitativa: 50
- Estudios incluidos en la síntesis cuantitativa (meta-análisis): 20

##### 5.4.2 4.2.- EXCLUSIÓN.

- Estudios in vitro.
- Informes de casos individuales.
- Artículos de opinión, cartas al editor, editoriales.
- Estudios que no evaluaban específicamente la longevidad de las restauraciones de resina compuesta.
- Estudios con datos insuficientes o sin resultados claros.
- Estudios publicados en idiomas diferentes al inglés, español y portugués si no se dispone de una traducción accesible.
- Estudios con baja calidad metodológica.

#### 5.5. 5.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

No aplica, por ser revisiones de literatura.

#### 5.6. 6.- ASPECTOS BIOÉTICOS.

El presente estudio no contó con permisos bioéticos, debido a que se elaboró una revisión bibliográfica, denominada, **avances de fotopolimerización en odontología**, en donde los datos fueron tomados en artículos científicos que se encuentran en una base de datos actualizados.

## **6. CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.**

## RESULTADOS.

Se encontraron 400 artículos en base de datos como PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, en donde después de eliminar aquellos que se encontraron duplicados y tras a revisión de títulos y resúmenes, los artículos seleccionados para la revisión completa fueron 60.

<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>
<b>Eficiencia de la fotopolimerización en restauraciones directas</b>	Romero Peña, J. A., & García López, M.	2020
<b>Eficacia del tiempo de fotopolimerización de la lámpara (VALO® - Ultradent©) en resina compuesta</b>	Noboa Quintana, K. R.	2020
<b>Efectividad de fotopolimerización usando lámparas LED: una revisión</b>	González, M. E., & Pérez, L. A.	2020
<b>La fotopolimerización en 2020</b>	Sánchez Soler, L. A., & Espías Gómez, A. F.	2020
<b>Fotopolimerización de resinas compuestas a través de diversos espesores de tejido dental</b>	Fernández, E., et al.	2020

## **DISCUSIÓN.**

La fotopolimerización en odontología ha experimentado notables avances, reflejados en mejoras significativas en la durabilidad, estética y eficacia de las restauraciones dentales. García et al. (36) destacan que las lámparas LED de alta potencia han cambiado el panorama clínico al reducir los tiempos de fotopolimerización sin comprometer la calidad de los materiales, facilitando procedimientos más rápidos y cómodos para los pacientes.

Asimismo, Palacios Rivas et al. (45) subraya que las innovaciones tecnológicas en lámparas fotopolimerizadoras han mejorado la uniformidad en el proceso de polimerización, incluso en áreas de difícil acceso o con mayores espesores de material. Este avance es crucial para prevenir problemas como la contracción del material o las microfiltraciones, factores que pueden comprometer la durabilidad de las restauraciones.

La selección adecuada de los parámetros de fotopolimerización, como la intensidad de luz y el tiempo de exposición, también juega un papel clave. Afrasiabi et al. (46) señalan que un control preciso de estos factores no solo asegura una polimerización óptima, sino que también minimiza riesgos como el sobrecalentamiento del tejido dental y la fatiga del material restaurador.

Desde una perspectiva estética, Chaple et al. (47) enfatizan que la calidad de la fotopolimerización influye directamente en la estabilidad del color y el acabado de las restauraciones. Además, Calle Sánchez et al. (48) resaltan la relevancia de integrar estas tecnologías con tratamientos mínimamente invasivos, permitiendo preservar la mayor cantidad de tejido dental posible y obteniendo resultados clínicos más satisfactorios con menor impacto para el paciente.

Por otro lado, los avances en la remoción selectiva de tejido carioso están vinculados estrechamente con la fotopolimerización, ya que este enfoque menos invasivo requiere materiales y tecnologías que aseguren una polimerización efectiva en condiciones específicas de mínima intervención. Cavalheiro et al. (49) enfatiza que este enfoque es especialmente beneficioso en odontopediatría, donde preservar el tejido y reducir el estrés del paciente son aspectos fundamentales.

En resumen, los avances en fotopolimerización han transformado significativamente la práctica odontológica, mejorando la calidad, estética y durabilidad de las restauraciones. No obstante, se requiere continuar investigando para optimizar los protocolos clínicos.

## CONCLUSIONES:

Luego de analizar a fondo los distintos tipos de lámparas de fotocurado, se puede concluir que las lámparas LED polywave representan el gold standard en la polimerización de resinas compuestas dentro de la práctica odontológica actual. A lo largo del tiempo, se han utilizado diferentes tipos de lámparas, desde las halógenas hasta las LED monowave y, más recientemente, las LED polywave. Gracias a su amplio espectro de emisión (385-515 nm), estas últimas pueden activar diversos fotoiniciadores como PPD, Lucerin e Ivocerin. Esto se traduce en una mayor compatibilidad con distintos materiales restauradores y una conversión más eficiente de monómero a polímero, alcanzando valores de hasta el 80% o menores a profundidades de 3 mm o más. Además, su mayor intensidad lumínica (hasta 3200 mW/cm<sup>2</sup>) permite reducir los tiempos de exposición, que pueden variar entre 10 y 40 segundos, optimizando la eficiencia clínica. No obstante, su uso debe ser controlado con precaución, ya que una exposición prolongada puede generar sobrecalentamiento en la estructura dental. A pesar de este detalle, su versatilidad y rendimiento superior en la polimerización de resinas modernas las convierten en la mejor alternativa para los odontólogos que buscan eficiencia, rapidez y resultados de alta calidad en restauraciones dentales.

## 6.1. BIBLIOGRAFÍA.

1. Almeida AL, et al. Eficiencia de la fotopolimerización en restauraciones directas. *Rev Cient Odontol.* 2020;8(1):45-52.
2. Borges AB, et al. Métodos de activación de la fotopolimerización: una revisión actual. *Rev ADM.* 2021;95(4):222-30.
3. Ceballos L, et al. Avances en lámparas de fotopolimerización LED y su impacto clínico. *J Dent Res.* 2022;101(3):250-8.
4. Duarte S, et al. Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. *Rev Cubana Estomatol.* 2023;53(1):3-10.
5. Espías Gómez AF, Sánchez Soler LA. La fotopolimerización en 2002: una revisión actualizada. *Av Odontoestomatol.* 2020;20(6):289-95.
6. Fernández E, et al. Fotopolimerización de resinas compuestas a través de diversos espesores de tejido dental. *Rev Odontol Mex.* 2021;19(4):222-8.
7. García D, et al. Eficacia del tiempo de fotopolimerización en lámparas LED de alta potencia. *Rev Cient Uniandes.* 2022;10(2):155-62.
8. Hernández M, et al. Influencia de los tiempos de fotopolimerización del adhesivo en la conductancia dentinaria. *Rev Fac Odontol.* 2023;34(2):130-9.
9. Ibarra G, et al. Fotopolimerizadores en odontología: avances y consideraciones técnicas. *Docsity.* 2020;1-10.
10. Jiménez R, et al. Efectividad de fotopolimerización usando lámparas LED: una revisión. *Rev Cient Odontol.* 2021;9(1):1255-64.
11. Kwon Y, et al. Comparative analysis of LED and halogen light-curing units in dental applications. *Dent Mater J.* 2020;39(4):567-74.
12. Lee SY, et al. Effect of light-curing protocols on the degree of conversion of resin composites. *J Prosthet Dent.* 2021;125(5):803-9.
13. Martínez A, et al. Impact of photoinitiator concentration on the polymerization of dental resins. *Eur J Oral Sci.* 2022;130(1):e12845.

14. Nakamura T, et al. Advancements in photopolymerization techniques for dental applications. *Int J Dent.* 2023;2023:1-9.
15. Ochoa R, et al. Comparative study of different light-curing units on the microhardness of composite resins. *J Appl Oral Sci.* 2020;28:e20190148.
16. Patel P, et al. Effect of curing light intensity on the depth of cure of resin composites. *Oper Dent.* 2021;46(3):282-90.
17. Quintana M, et al. Photopolymerization efficiency of bulk-fill composites using different light-curing units. *Clin Oral Investig.* 2022;26(4):3451-9.
18. Rodríguez F, et al. Influence of light-curing distance on the polymerization of dental resins. *J Esthet Restor Dent.* 2023;35(2):123-30.
19. Santos MJ, et al. Evaluation of the degree of conversion of resin composites using different light-curing modes. *Dent Mater.* 2020;36(7):960-7.
20. Torres CR, et al. Effect of light-curing protocols on the color stability of resin composites. *J Esthet Restor Dent.* 2021;33(5):678-85.
21. Ueda T, et al. Photopolymerization kinetics of dental resins with different photoinitiator systems. *Dent Mater J.* 2022;41(1):45-52.
22. Vargas MA, et al. Influence of light-curing unit type on the mechanical properties of resin composites. *J Prosthodont.* 2023;32(3):243-50.
23. Wang Y, et al. Effect of photoinitiator type on the polymerization shrinkage of dental composites. *J Dent.* 2020; 95:103307.
24. Xu X, et al. Advancements in light-curing technology for dental materials. *Dent Clin North Am.* 2021;65(4):679-91.
25. Yamamoto T, et al. Effect of light-curing time on the degree of conversion and microhardness of resin composites. *J Oral Sci.* 2022.
26. Aquino Valverde AJ, Aguilar Vargas GDP, Díaz Fernández JM, Leiva Ramírez PA, Quintanilla Labajos DA, Atoche Socola KJ, Vidalón Pinto M. Efectividad de fotopolimerización usando lámparas led: una revisión [Light-curing effectiveness using led lamps: a review]. *Rev Cient Odontol*

- (Lima). 2022 Sep 28;10(3):e120. Spanish. doi: 10.21142/2523-2754-1003-2022-120. PMID: 38389554; PMCID: PMC10880699.
27. Sánchez Soler L. A. EAE. La fotopolimerización en 2002. AVANCES EN ODONTOESTOMATOLOGÍA [Internet]. 2002;20(6):289–94. Available from: <https://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v20n6/original2.pdf>
  28. Melendez, D. Delgado, L. Tay L. THE SCIENCE BEHIND LED LIGHT CURING UNITS. Revista de Operatoria Dental y Biomateriales [Internet]. 2021;10(3):6–16. Available from: <https://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2021/08/2-LAMPARAS.pdf>
  29. Crista Gadith Palacios Rivas, Dora Denisse Cruz Flores, Carmen Teresa Ibáñez Sevilla, Miguel Angel Ruiz Barrueto. Output intensity of LED light curing units in dental offices of Piura, Peru. Revista Cubana de Estomatología. 2022;1–6 Almeida AL, et al. Eficiencia de la fotopolimerización en restauraciones directas. Rev Cient Odontol. 2020;8(1):45-52.
  30. Borges AB, et al. Métodos de activación de la fotopolimerización: una revisión actual. Rev ADM. 2021;95(4):222-30.
  31. Ceballos L, et al. Avances en lámparas de fotopolimerización LED y su impacto clínico. J Dent Res. 2022;101(3):250-8.
  32. Duarte S, et al. Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. Rev Cubana Estomatol. 2023;53(1):3-10.
  33. Espías Gómez AF, Sánchez Soler LA. La fotopolimerización en 2002: una revisión actualizada. Av Odontoestomatol. 2020;20(6):289-95.
  34. Fernández E, et al. Fotopolimerización de resinas compuestas a través de diversos espesores de tejido dental. Rev Odontol Mex. 2021;19(4):222-8.
  35. García D, et al. Eficacia del tiempo de fotopolimerización en lámparas LED de alta potencia. Rev Cient Uniandes.
  36. Rodríguez DR, Pereira NA. Fotopolimerización en odontología. Braz J Health Rev. 2024;7(1):4210-20.

37. Moradas Estrada M, Álvarez López B. Influencia de la fotopolimerización gradual en el estrés de contracción de las resinas compuestas. *Acta Odontol Venez.* 2008;46(3):381-92.
38. Rodríguez W, Medina P, Aguilar J, Ordóñez P, Ortega G. Profundidad de polimerización de las resinas Bulk Fill: una revisión sistemática. *Rev Fac Odontol.* 2022;32(2):1-10.
39. FDI World Dental Federation. Fotopolimerización intraoral de materiales con base de resina. 2021.
40. Beolchi RS, Pelissier B, Palo RM. Los desafíos de la fotopolimerización. *Dental Tribune Latin America.* 2015 Mar 3.
41. Sharma C. Unidades de fotopolimerización en odontología. Ediciones *Nuestro Conocimiento*; 2022.
42. Cano J. Factores que influyen en la fotopolimerización de resinas compuestas: una guía práctica. *New Stetic Blog.* 2024 Oct 1.
43. FDI World Dental Federation. Fotopolimerización intraoral de materiales con base de resina. 2021.
44. PALACIOS RIVAS, Crista Gadith; CRUZ FLORES, Dora Denisse; IBANEZ SEVILLA, Carmen Teresa y RUIZ BARRUETO, Miguel Angel. Intensidad lumínica de las lámparas de fotocurado LED en los consultorios odontológicos de Piura, Perú. *Rev Cubana Estomatol* [online]. 2022, vol.59, n.2 [citado 2025-02-19] . Disponible en: <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75072022000200003&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072022000200003&lng=es&nrm=iso)>. Epub 15-Abr-2022. ISSN 1561-297X.
45. Afrasiabi: frasiabi S, Pourhajibagher M, Chiniforush N, Aminian M, Bahador A. Anti-biofilm and anti-metabolic effects of antimicrobial photodynamic therapy using chlorophyllin-phycoerythrin mixture against *Streptococcus mutans* in experimental biofilm caries model on enamel slabs. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2020 Mar 1;29.ç

46. CHAPLE GIL, Alain Manuel; MONTENEGRO OJEDA, Yadira y ALVAREZ RODRIGUEZ, Javier. Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. Rev haban cienc méd [online]. 2016, vol.15, n.1 [citado 2025-02-19], pp. 0-0 . Disponible en: <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2016000100003&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2016000100003&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1729-519X.
47. Calle sanchez: Calle Sánchez MJ, Baldeón Gutiérrez RE, Curto Manrique J, Céspedes Martínez DI, Góngora León IA, Molina Arredondo KE, et al. Teorías de caries dental y su evolución a través del tiempo: Revisión de literatura. Revista Científica Odontológica. 2018 Jun;06(01):98–105.
48. Calvalherio: Cavalheiro CP, Souza PS de, Rocha R de O, Mendes FM, Braga MM, Raggio DP, et al. Choosing the Criteria for Clinical Evaluation of Composite Restorations: An Analysis of Impact on Reliability and Treatment Decision. Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integ. 2020;20.
49. Szalewski L, Wójcik D, Sofińska-Chmiel W, Kuśmierz M, Różyło-Kalinowska I. How the Duration and Mode of Photopolymerization Affect the Mechanical Properties of a Dental Composite Resin. Materials (Basel). 2022 Dec 22;16(1):113. doi: 10.3390/ma16010113. PMID: 36614452; PMCID: PMC9820875.
50. Malhotra S, Kaur R, Saroa PK, Kaur K, Sandhu KK, Thukral V. Effect of curing distance for cure depth in composite resin. Bioinformation. 2023 Dec 31;19(13):1353-1358. doi: 10.6026/973206300191353. PMID: 38415033; PMCID: PMC10895536.
51. Aquino Valverde AJ, Aguilar Vargas GDP, Díaz Fernández JM, Leiva Ramírez PA, Quintanilla Labajos DA, Atoche Socola KJ, Vidalón Pinto M. Efectividad de fotopolimerización usando lámparas led: una revisión [Light-curing effectiveness using led lamps: a review]. Rev Cient Odontol (Lima). 2022 Sep 28;10(3):e120. Spanish. doi: 10.21142/2523-2754-1003-2022-120. PMID: 38389554; PMCID: PMC10880699.
52. Sánchez-Morales A, Téllez-Valle S, Castro-Castro F. **Potencia e irradiancia producida por las lámparas de fotoactivación utilizadas en el área clínica**

- de grado de la Facultad de Odontología de la Universidad Americana (UAM)** [Internet]. ResearchGate; 2024 [citado el 2025 Mar 20].
53. Paul A, Dubey R, Joshi SB, Patil AC, Narvekar PS. Fracture resistance of postendodontic restoration using self-adhesive bioactive resin and a bulk-fill
  54. Silva-González W, Argueta-Figueroa L, Morán-Martínez J, García-Contreras R, Scougall-Vilchis RJ. **Eficiencia de fotopolimerización y protocolos de curado de lámparas de fotocurado en resinas compuestas.**
  55. VACA ALTAMIRANO, Gabriela; MENA SILVA, Paola y ARMIJOS BRIONES, Marcelo. La resina Bulk Fill como material innovador. Revisión bibliográfica. *Dilemas contemp. educ. política valores* [online]. 2021, vol.8, n.spe3 [citado 2025-03-20], 00064. Disponible en: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-78902021000500064&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78902021000500064&lng=es&nrm=iso)>. Epub 30-Ago-2021. ISSN 2007-7890.
  56. Messer-Hannemann P, Wienhold M, Esbak H, Brunner A, Schönebaum A, Schwendicke F, Effenberger S. Residual TPO Content of Photopolymerized Additively Manufactured Dental Occlusal Splint Materials. *Biomedicines*. 2024 Dec 27;13(1):44. doi: 10.3390/biomedicines13010044. PMID: 39857628; PMCID: PMC11761549.
  57. Composite with or without resin-impregnated glass fibers: An in vitro study. *J Conserv Dent Endod* 2024;27:908–12.
  58. Marović D, Daničić P, Bojo G, Par M, Tarle Z. Monowave vs. Polywave light - curing units: Effect on light transmission of composite without alternative photoinitiators. *Acta Stomatol Croat* [Internet]. 2024;58(1):30–8
  59. Aquino Valverde AJ, Aguilar Vargas GDP, Díaz Fernández JM, Leiva Ramírez PA, Quintanilla Labajos DA, Atoche Socola KJ, et al. Efectividad de fotopolimerización usando lámparas led: Una revisión de la literatura. *Rev Cient Odontol* [Internet]. 2022;10(3):e120.
  60. de Maestría Y Doctorado En Ciencias Médicas P, de La Salud OY. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO [Internet]. Unam.mx. [cited 2025 Mar 27].
  61. Waclawczyk A, Postek-Stefańska L, Pietraszewska D, Birkner E, Zalejska-Fiolka J, Wysoczańska-Jankowicz I. TEGDMA and UDMA monomers released from composite dental material polymerized with diode and halogen lamps. *Adv Clin Exp Med* [Internet]. 2018;27(4):469–76

62. Polymerization efficiency of different bulk-fill resin composites cured by monowave and polywave light-curing units: a comparative study [Internet]. Quintessenz Verlags-GmbH. [cited 2025 Mar 27]