



**PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON LAS
LÁMPARAS DE FOTOCURADO Y SU PROCESO DE POLIMERIZACIÓN:
REVISIÓN EXPLORATORIA.**

**AUTORES
DANIELA ALEJANDRA LASSO MUÑOZ
ESTEFANIA FERNANDA MORALES CASTRO**

**COLEGIO ODONTOLÓGICO
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESPECIALIZACIÓN EN REHABILITACIÓN ORAL**

**SANTIAGO DE CALI
JUNIO DE 2022**



**PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON LAS
LÁMPARAS DE FOTOCURADO Y SU PROCESO DE POLIMERIZACIÓN:
REVISIÓN EXPLORATORIA.**

AUTORES

**DANIELA ALEJANDRA LASSO MUÑOZ
ESTEFANIA FERNANDA MORALES CASTRO**

**ASESOR CIENTÍFICO
DR EDGAR MENESES
ODONTOLOGO
REHABILITADOR ORAL**

**ASESOR METODOLÓGICO
ADRIANA JARAMILLO
ODONTOLOGA, MAGÍSTER EN MICROBIOLOGÍA
MAGÍSTER EN EPIDEMIOLOGÍA**

**COLEGIO ODONTOLÓGICO
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESPECIALIZACIÓN EN REHABILITACIÓN ORAL**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Santiago de Cali, 02 de julio de 2022

DEDICATORIA

Agradecidas con Dios por habernos otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en nosotras siempre, dando ejemplo de superación, humildad y sacrificio, y enseñándonos a valorar todo lo que tenemos. A todos ellos dedicamos el presente trabajo, ya que nos han fomentado el deseo de superación y de triunfo en la vida, lo que ha contribuido a la consecución de este logro; esperamos contar siempre con su valioso e incondicional apoyo.

Daniela Lasso y Estefania Morales

AGRADECIMIENTOS

A nuestros maestros, por su copiosa labor -muchas veces subestimada- quienes han enfocado su vida en cuidar los saberes del mundo, y permitirles a otros, expandir sus conocimientos. Nos han ayudado a vivir del sueño de superarnos, cumplir nuestras expectativas, y de siempre ir por la constante medra, para ser mejores seres humanos.

En esta ocasión no ha sido la excepción, exaltamos su trabajo, y les agradecemos con creces por ayudarnos a lograr esta nueva meta; la especialidad.

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de contenido

RESUMEN.....	9
INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	16
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. OBJETIVOS	18
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
5. METODOLOGÍA	19
5.1 TIPO DE ESTUDIO	19
5.2 FUENTES DE INFORMACIÓN	19
5.2.1 Criterios de selección.....	19
5.3 ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA	20
5.3.1 TÉRMINOS MESH	20
5.3.2 TÉRMINOS DECS	20
5.3.3 CONJUNTO DE TÉRMINOS Y OPERADORES BOOLEANOS DE LA BÚSQUEDA	20
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	25
6.1 DIRECTAS.....	37
6.1.1 Unidad de fotocurado	37
6.1.2 Tecnología de fuente.....	37
6.1.3 Espectro de emisión.....	38
6.1.4 Irradiancia.....	38

6.1.5	Densidad lumínica	38
6.1.6	Punta de curado.....	38
6.1.7	Parámetros de fotocurado	39
6.2	INDIRECTAS.....	39
6.2.1	Temperatura	40
6.3	EFICIENCIA DE CURADO	40
6.4	OTROS ASPECTOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN	41
6.4.1	Fotoiniciador.	41
6.4.2	Distancia de la punta al área de curado.....	42
6.4.3	Angulación de la punta con respecto al área de curado.....	42
6.5	RIESGOS OCUPACIONALES.....	46
7.	DISCUSIÓN.....	37
8.	CONCLUSIONES	50
9.	RECOMENDACIONES	51
10.	ANEXOS.....	52

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de la consulta en la base de datos Pubmed	22
Tabla 2. Resultados de la consulta realizada en la base de datos EBSCO.....	24
Tabla 3 matriz de resultados	26
Tabla 4 Características y propiedades de las lámparas de fotocurado.....	40
Tabla 5 Longitud de onda de absorción de los fotoiniciadores presentes en los materiales dentales.....	42

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 diagrama de búsqueda	21
Ilustración 2 Lista de chequeo para verificar en el proceso de polimerización	47

GLOSARIO

Bis-GMA: bisfenol-A- Glicidil Metacrilato. Molécula monomérica fundamental de las resinas compuestas.

Canforoquinonas: Fotoiniciador que absorbe luz azul, extrae un hidrógeno del grupo amina para que libere radicales.

Composite: Restauración en resina compuesta.

Fotopolimerización: Activación e iniciación de la polimerización por medio de luz.

Fotocurado: Polimerización por activación de luz.

HHI: Lámparas de alta intensidad.

LED: Luz emitida por diodos.

LFP: Lámpara de fotopolimerización .

Polimetacrilato: Producto artificial a base de microesferas de acrílico.

QTH: Lámparas halógenas de cuarzo-tungsteno.

RDRC: Restauraciones directas de resinas compuestas.

TEGMA: Dimetacrilato de trietilenglicol

UDMA: Dimetacrilato de uretano

RESUMEN

Introducción. La odontología moderna utiliza frecuentemente materiales que requieren fotoactivación por medio de lámparas especiales. Actualmente la oferta de equipos de fotocurado es muy amplia y muchas veces no hay evidencia científica suficiente que respalde el uso de una o de otra marca. Es necesario conocer las características que determinan la calidad para poder seleccionar la más adecuada y prevenir los riesgos ocasionados por una deficiente manipulación.

Objetivo. Determinar las propiedades y características de las lámparas de fotocurado y su proceso de fotopolimerización.

Métodos. Se realizó una revisión narrativa acerca de las propiedades y características de las lámparas de fotocurado. La búsqueda se realizó en idioma inglés y español en las bases de datos *Pubmed* y *Ebsco*. Se usaron los términos: *curing lights, photocuring, photoinitiators, composite* y *dental curing*.

Resultados: Se identificaron 52 artículos, 17 en Pubmed y 35 en Ebsco, de los que se eliminaron 18 por duplicidad. De los 34 elegidos, se excluyeron 17 que no cumplían el enfoque y se seleccionaron 17 artículos para análisis de texto completo. Las propiedades y características asociadas con la calidad de las lámparas de fotocurado son la fuente, longitud de onda, eficiencia lumínica, modo de irradiación, tiempo, potencia, la densidad lumínica, la irradiancia, el ángulo y la distancia de la punta. También, se reportan otras que no hacen parte de la lámpara como por ejemplo el fotoactivador y la técnica. Los riesgos más frecuentes son el calor en los tejidos blandos del paciente y el riesgo de daño ocular en el operador.

Conclusiones. Los usuarios de lámparas de fotocurado deben tener en cuenta todos los aspectos acá reportados antes de hacer la fotopolimerización. Se sugiere que realicen una lista de chequeo para lograr resultados clínicos de mejor calidad.

Palabras clave: Polimerización, Curación por Luz de Adhesivos Dentales, Fotocurado, Resinas compuestas

ABSTRACT

Background. The use of adhesives and composite resins that require photo activation by means of special lamps is frequent. Currently, the offer of light-curing equipment is very wide and many times there is not enough scientific evidence to support the use of one brand or another. It is necessary to know the characteristics that determine quality to select the most appropriate one and to decrease the possible damage produced by deficient manipulation of the lamp.

Objective. To determine which are the most evaluated properties and characteristics related to the quality of light-curing lamps through a review.

Methods. A narrative review about the properties, characteristics and biological risks associated with light-curing lamps was carried out. The search was carried out in English and Spanish in the *Pubmed* and *Ebsco* databases. The terms: curing lights, photocuring, photoinitiators, composite and dental curing were used.

Results: 52 articles were identified, 17 in *Pubmed* and 35 in *Ebsco*, of which 18 were eliminated due to duplication. Of the 34 chosen, 17 were excluded and 17 articles remained for analysis. It was found that the properties and characteristics associated with the quality of light curing lamps are the source, wavelength, light efficiency, irradiation mode, time, power, light density, irradiance, angle and tip distance. Others that are not part of the lamp, such as the photoactivator and the technique, are also reported. The most frequent risks are the heating over soft tissues of the patient and the risk of eye damage in the operator.

Conclusions. Users of light-curing lamps must take into account all the aspects reported here before doing the light-curing. It is suggested that they carry out a checklist to achieve better quality clinical results.

Keywords: Polymerization, Light-Curing of Dental Adhesives, Composite resins, Light-curing of Dental Adhesives

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende establecer los tópicos más relevantes acerca de los aspectos asociados con las lámparas de fotocurado que afectan el resultado en el proceso de polimerización. Para esto, se hizo una revisión narrativa en la que se tuvieron en cuenta artículos científicos en los que hayan evaluado aspectos asociados con la calidad de los dispositivos y los parámetros usados durante el proceso. Por lo tanto, el propósito de esta investigación es determinar las propiedades, características y riesgos ocupacionales para el paciente y el operador relacionados con la calidad de la fotopolimerización de las lámparas de fotocurado.

Además, se abordarán tópicos teóricos concernientes a la activación por medio de luz, entendida como un paso clínico importante para lograr el éxito en los procedimientos restauradores en tratamientos de rehabilitación dental. Dado que en el mercado actual existe una amplia variedad de equipos, marcas y diversas fuentes de luz, es básico para el profesional en odontología que conozca ampliamente acerca de estos equipos y sus características (1).

Por otro lado, se describen aspectos desde las lámparas de luz ultravioleta que fueron la primer fuente lumínica utilizada en Odontología para la activación de resinas en la década de los setenta; pasando por las lámparas de luz halógena en tejidos que generaban mucho calor por lo que requerían un sistema de ventilación, uso de filtros y posibles riesgos a nivel ocular y blandos, hasta llegar a la generación de las luz LED, que son las utilizadas actualmente, debido a su alta compatibilidad con los fotoiniciadores usados en la actualidad, su ergonomía y producción de menor temperatura.(2).

Similarmente, otros estudios científicos concernientes a las lámparas de fotocurado están enfocados para determinar varias propiedades estandarizadas mundialmente como la resistencia, microdureza o resistencia al desgaste o la deformación, entre otras pruebas mecánicas(4, 5). Recientemente se han revisado métodos de prueba apropiados para estas importantes propiedades. Sin embargo,

existen otras características propias de las lámparas de fotocurado que aunque se reportan en los estudios, son poco evaluadas debido al desconocimiento por parte del operador sobre el sistemas de programación de cada lámpara para su adecuado manejo clínico.(6).

Por su parte, los materiales disponibles en el mercado utilizan diferentes fotoiniciadores, siendo la canforoquinona el más común. También, se puede encontrar materiales con fenilpropanodiona (PPD) o con Lucerina TPO. En virtud de ello, las lámparas han evolucionado a partir de las mismas necesidades de los materiales en busca de mejor calidad y respuesta clínica, es decir que el avance tecnológico de los materiales se enfocó en mejorar aspectos como la dureza o el factor de conversión, que son aspectos que dependen absolutamente de la técnica de curado (3).

Basado en lo anterior, los resultados del presente trabajo tienen un impacto en la comunidad científica, para en busca de lograr un buen rendimiento en la polimerización y disminuir los riesgos y daños ocasionados por lámparas de fotocurado, lo que requiere conocer muy bien los aspectos técnicos, características y propiedades de los equipos actuales de fotocurado (6).

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A lo largo de los años se han desarrollado y optimizado ciertos biomateriales dentales y a su vez, las herramientas de trabajo odontológico para suplir su correcto tratamiento y garantizar éxito en la odontología. Uno de los equipos dentales de mayor uso son las lámparas de fotocurado dental (LFD), cuya función es hacer la activación de la polimerización de materiales como resinas convencionales, cementos resinosos, ionómeros de vidrio, entre otros. Sin embargo, en el mercado se encuentran varias lámparas dentales de fotocurado de diferentes tipos de luz (halógenas y LED), de las que poco se conoce a la hora de tomar decisiones para adquirir una u otra, sobre todo porque algunas tienen características específicas que las limitan para el uso de algunos materiales y no suplen ni completan la polimerización adecuadamente(7).

En ese mismo sentido, el uso de las LFD se incrementa cada vez más, debido al aumento en los tratamientos restauradores y adhesivos estéticos actuales. En cuanto a las resinas compuestas, se utilizan tanto directas como indirectas, las primeras, son una de las intervenciones odontológicas más frecuentes en el cuerpo humano, con más de quinientos millones realizadas por año en todo el mundo. Por otro lado, las restauraciones indirectas más usadas son mínimamente invasivas y soportadas en técnicas adhesivas fotoactivadas. El rendimiento óptimo de las restauraciones directas e indirectas depende de una adecuada polimerización del componente de resina, que se caracteriza por transformar los monómeros en polímeros, lo que se acompaña de una reducción volumétrica del material(1).

En cuanto a lo que se refiere a las pruebas realizadas en los compuestos de resina dental están diseñadas para determinar varias propiedades universales como resistencia, dureza o la deformación, que se encuentra actualmente estandarizadas a nivel mundial. Sin embargo, obtener el nivel máximo de estas propiedades depende del operador y de la técnica de manipulación de los materiales. Por tanto, las características que pueden afectar a la manipulación del

material, o la llamada “sensibilidad técnica”, pueden tener un profundo impacto en las propiedades finales obtenidas y en el éxito clínico de una restauración de resina compuesta(8, 9).

Concretamente, las LFD son una parte esencial del proceso de activación de materiales dentales, pero a menudo se minimiza su relevancia y se ignoran aspectos importantes acerca de cómo se utiliza para lograr el resultado exitoso, omitiendo cualquier descripción del método o un análisis de la luz recibida por el material, muchos simplemente reportan el tiempo de activación, aun sabiendo que existen muchos otros aspectos que pueden afectar el resultado, algunos inherentes a la LFD, a la técnica, o al material. Es decir, la fotopolimerización es un procedimiento complejo que no depende simplemente de programar el tiempo de activación(10).

En ese orden de ideas, las LFD tiene dentro de su configuración de fábrica, aspectos que se deben conocer para mejorar el rendimiento y calidad en la polimerización. Por ejemplo, el pico de emisión de la luz LED está en el rango azul /azul-verde (430-490 nm), y algunas luces de polimerización emiten un segundo pico alrededor de 400nm, es decir, en la transición entre radiación ultravioleta (UV) y visible. Tanto la radiación UV como la visible pueden inducir peligros biológicos. Por su parte, la emisión y el flujo radiante que se transmite desde el área de salida afecta la irradiancia, que es medida en vatios por metro cuadrado (W/m^2), expresado frecuentemente como milivatios por centímetro cuadrado (mW/cm^2). La cantidad de exposición radiante (5), comúnmente expresada como "dosis de luz" o "producción de energía", es el producto de la irradiancia y el tiempo de exposición (curado) denotado con la unidad Joules por centímetro cuadrado (J/cm^2). Se ha establecido que un rango de exposición radiante típico requerido para curar suficientemente una capa de polímero compuesto es de aproximadamente 8 a 50 J/cm^2 (2). En suma, la selección del tiempo de curado requiere conocimientos acerca de la irradiancia.

Por ejemplo, si involuntariamente se aplica una irradiancia sostenida superior a la habitual y con un tiempo de curado constante, se pueden inducir lesiones térmicas en los tejidos orales del paciente. Por el contrario, la aplicación de una irradiación demasiado baja o un tiempo de curado demasiado corto puede provocar un curado inadecuado de las restauraciones, lo que puede provocar posibles fallas tempranas de la restauración y / o fugas de monómero(11).

De otro lado, la luz, como la emitida por las lámparas de polimerización, puede ocasionar daño ocular, debido a que por tener una longitud de onda corta y el cristalino de los ojos no puede reflejarla. De igual manera, puede generar efecto de sobrecalentamiento en los tejidos blandos irradiados como el periodonto o la pulpa. Éstos riesgos ocupacionales dependen, entre otros, de varios aspectos asociados con la luz emitida o el tiempo de exposición (12).

Basados en lo anteriormente expuesto, es necesario reconocer que el proceso de polimerización no se debe limitar únicamente a configurar el tiempo de curado, se deben tener en cuenta otros aspectos determinantes de la calidad. Actualmente, los reportes de estudios de lámparas de fotocurado enfocan su discusión a las propiedades mecánicas de los materiales dentales y son pocos los estudios que reportan aspectos inherentes a la LFD. Por otra parte, los profesionales en odontología no conocen todos los aspectos a tener en cuenta para seleccionar una LFD adecuadamente y las características que minimicen los riesgos de lesiones tanto para el operador como del paciente, por lo que se hace necesario profundizar en las características, propiedades y riesgos asociados con la lámpara de fotocurado (13).

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las propiedades, características y riesgos ocupacionales para el paciente y el operador relacionados con la calidad de la fotopolimerización de las lámparas de fotocurado?

3. JUSTIFICACIÓN

Las lámparas de fotocurado (LFC) son de uso diario en la clínica, para activación de adhesivos, polimerización de materiales de relleno, o como catalizadores de aclaradores dentales, principalmente. En la actualidad, se ofertan LFC con diferentes características en cuanto a la fuente de luz, intensidad, longitud de onda, frecuencia, tiempo de exposición, entre otras. Una exposición demasiado prolongada puede provocar daños térmicos en la pulpa y otros tejidos expuestos a la luz, por lo que el ajuste adecuado de estos aspectos afecta indirectamente la calidad de tratamiento de rehabilitación.

Consecuentemente, es importante que odontólogos y especialistas que operan estos equipos tengan un amplio conocimiento acerca de las características, propiedades y riesgos de las LFC, con el fin de brindar seguridad tanto al paciente, como al mismo operario de estos equipos.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar las propiedades y características de las lámparas de fotocurado y su proceso de fotopolimerización.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un rastreo bibliográfico para identificar artículos relacionados con propiedades, características o riesgos ocupacionales de las lámparas de fotocurado de uso odontológico.
- Identificar la importancia de los fotoiniciadores presentes en los materiales y tipo de luz recomendada en odontología.
- Identificar los parámetros indispensables que se deben tener en cuenta al escoger una lámpara de fotocurado que permita alcanzar resultados clínicos óptimos en la odontología moderna

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE ESTUDIO

Revisión exploratoria de la literatura.

5.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

Se tuvieron en cuenta como fuentes primarias los artículos originales publicados en revistas de alto impacto según la base de *Scimago Journal & Country Rank*.

Las bases de datos tenidas en cuenta fueron:

1. Pubmed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
2. Ebsco: <https://www.ebsco.com/es>

5.2.1 Criterios de selección

5.2.1.1 Criterios de inclusión

- Estudios relacionados con fotopolimerización (fotoiniciadores, riesgos ocupacionales, especificaciones de las lámparas, generaciones de la Luz LED de materiales odontológicos.
- Artículos en inglés y español
- Artículos de tipo análisis sistemático y revisiones bibliográficas.
- Artículos de materiales de fotoactivación con luz led con resinas compuestas.
- Artículos relacionados con los riesgos ocupacionales y bioseguridad en procesos de fotocurado.

5.2.1.2 Criterios de exclusión

- Artículos relacionados con otros biomateriales fotopolimerizables.
- Artículos que no especifiquen los parámetros de fotocurado de los biomateriales fotoactivados.

5.3 ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA

La revisión es de tipo exploratoria con bases de datos como *Pubmed* y *EBSCO*, de texto completo en idioma inglés y español que evidencien información relevante que permita darle respuesta a la pregunta de investigación. Para ello se realizó la búsqueda de artículos con sus respectivos resultados que brindaron exactitud y los cuales permitieron adquirir apropiados resultados clínicos.

5.3.1 TÉRMINOS MESH

La revisión fue realizada con los términos MeSh (Medical Subject Headings) debidamente verificados en la página del National Library of Medicine:

- *Polymerization*
- *Light*
- *Curing Lights*
- *Photoinitiators Dental*
- *Dental Restoration*
- *Optics*
- *Composite Resins*
- *Damage*

5.3.2 TÉRMINOS DECS

También, se utilizaron los términos DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) verificados en la página oficial de DeCS de la Biblioteca Virtual en salud:

- Polimerización
- Curación por Luz de Adhesivos Dentales
- Fotocurado
- Resinas compuestas

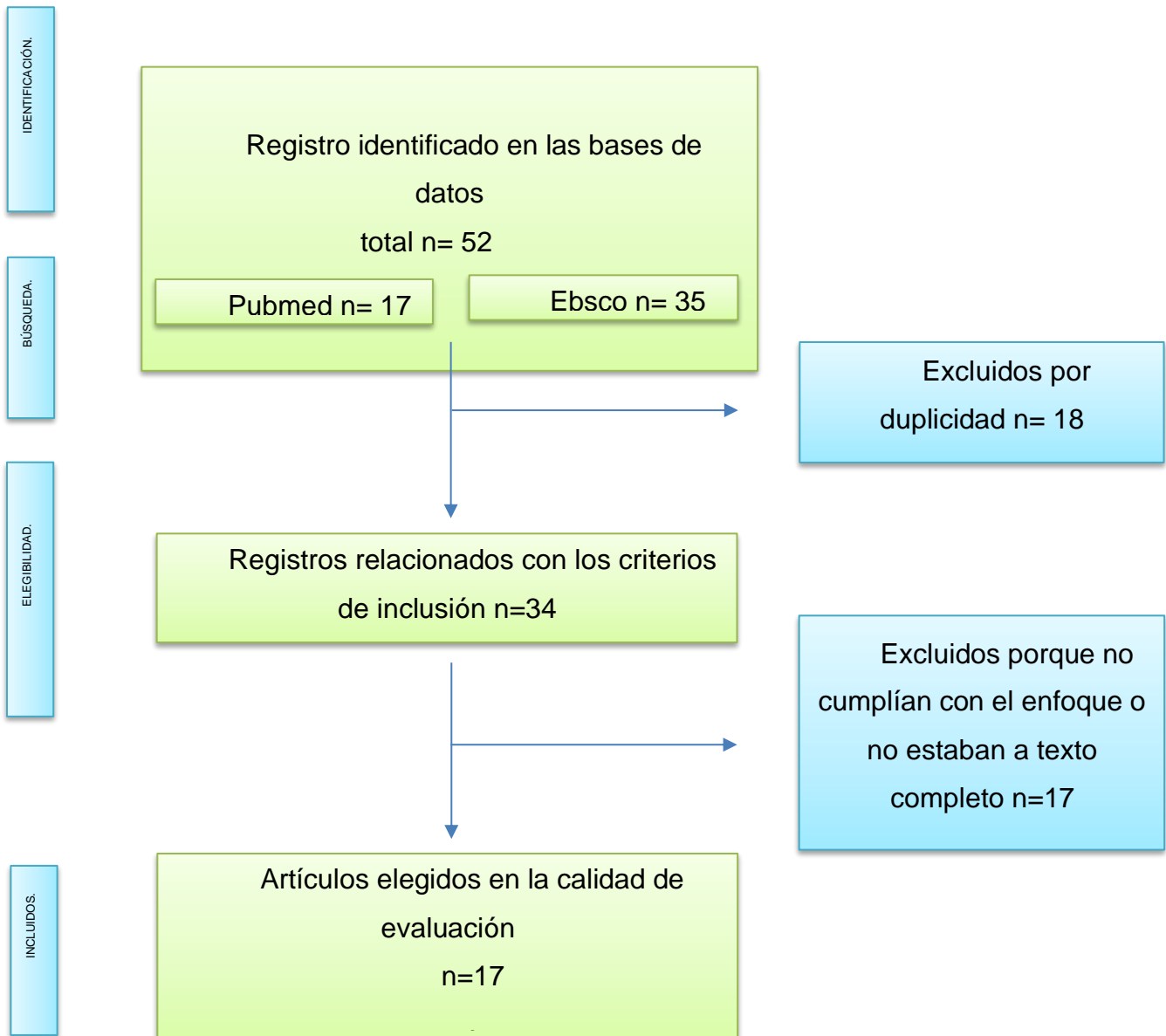
5.3.3 CONJUNTO DE TÉRMINOS Y OPERADORES BOOLEANOS DE LA BÚSQUEDA

Se utilizaron los operadores booleanos OR y AND en texto completo y título.

5.3.4 RESULTADOS DE BÚSQUEDA

Los resultados de artículos identificados, aceptados y analizados se puede evidenciar en flujograma de la figura 1.

Ilustración 1 Diagrama de búsqueda



Los métodos de búsqueda en cada una de las bases de datos evaluadas se pueden hallar en la tabla 1 con los resultados encontrados en *Pubmed*, y en la tabla 2, los resultados hallados en *Ebsco*.

Tabla 1. Resultados de la consulta en la base de datos *Pubmed*

Search number	Query	Sort By	Filters	Search Details	Results
7	((Radiation) AND (Dental curing light)) AND (Ocular hazards)			("radiate"[All Fields] OR "radiated"[All Fields] OR "radiates"[All Fields] OR "radiating"[All Fields] OR "radiation"[MeSH Terms] OR "radiation"[All Fields] OR "electromagnetic radiation"[MeSH Terms] OR ("electromagnetic"[All Fields] AND "radiation"[All Fields]) OR "electromagnetic radiation"[All Fields] OR "radiations"[All Fields] OR "radiation s"[All Fields] OR "radiator"[All Fields] OR "radiators"[All Fields]) AND ("curing lights, dental"[MeSH Terms] OR ("curing"[All Fields] AND "lights"[All Fields] AND "dental"[All Fields]) OR "dental curing lights"[All Fields] OR ("dental"[All Fields] AND "curing"[All Fields] AND "light"[All Fields]) OR "dental curing light"[All Fields]) AND (("ocular"[All Fields] OR "oculars"[All Fields]) AND ("hazard"[All Fields] OR "hazard s"[All Fields] OR "hazardous"[All Fields] OR "hazardously"[All Fields] OR "hazardousness"[All Fields] OR "hazards"[All Fields]))	7
6	((Curing lights) AND (Blue light hazard)) AND (Dental curing lights)			("cured"[All Fields] OR "curing"[All Fields]) AND ("light"[MeSH Terms] OR "light"[All Fields] OR "lighted"[All Fields] OR "lights"[All Fields] OR "lighting"[MeSH Terms] OR "lighting"[All Fields] OR "lightings"[All Fields] OR "lightness"[All Fields] OR "lightnesses"[All Fields]) AND ("Blue"[All Fields] AND ("light"[MeSH Terms] OR "light"[All Fields] OR "lighted"[All Fields] OR "lights"[All Fields] OR "lighting"[MeSH Terms] OR "lighting"[All Fields] OR "lightings"[All Fields] OR "lightness"[All Fields] OR "lightnesses"[All Fields]) AND ("hazard"[All Fields] OR "hazard s"[All Fields] OR "hazardous"[All Fields] OR "hazardously"[All Fields] OR "hazardousness"[All Fields] OR "hazards"[All Fields])) AND ("curing lights, dental"[MeSH Terms] OR ("curing"[All Fields] AND "lights"[All Fields] AND "dental"[All Fields]) OR "dental curing lights"[All Fields] OR ("dental"[All	8

			Fields] AND "curing"[All Fields] AND "lights"[All Fields]))	
5	((Photoinitiators,) AND (Curing Lights)) AND (Dental)		("photoinitiate"[All Fields] OR "photoinitiated"[All Fields] OR "photoinitiating"[All Fields] OR "photoinitiation"[All Fields] OR "photoinitiator"[All Fields] OR "photoinitiators"[All Fields]) AND (("cured"[All Fields] OR "curing"[All Fields]) AND ("light"[MeSH Terms] OR "light"[All Fields] OR "lighted"[All Fields] OR "lights"[All Fields] OR "lighting"[MeSH Terms] OR "lighting"[All Fields] OR "lightings"[All Fields] OR "lightness"[All Fields] OR "lightnesses"[All Fields])) AND ("dental health services"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "health"[All Fields] AND "services"[All Fields]) OR "dental health services"[All Fields] OR "dental"[All Fields] OR "dentally"[All Fields] OR "dentals"[All Fields])	204
4	((Light curing) AND (Clinical aspects)) AND (Materials science)		("light"[MeSH Terms] OR "light"[All Fields] OR "lighted"[All Fields] OR "lights"[All Fields] OR "lighting"[MeSH Terms] OR "lighting"[All Fields] OR "lightings"[All Fields] OR "lightness"[All Fields] OR "lightnesses"[All Fields]) AND ("cured"[All Fields] OR "curing"[All Fields]) AND (("ambulatory care facilities"[MeSH Terms] OR ("ambulatory"[All Fields] AND "care"[All Fields] AND "facilities"[All Fields]) OR "ambulatory care facilities"[All Fields] OR "clinic"[All Fields] OR "clinic s"[All Fields] OR "clinical"[All Fields] OR "clinically"[All Fields] OR "clinicals"[All Fields] OR "clinics"[All Fields]) AND ("aspect"[All Fields] OR "aspects"[All Fields])) AND ("materials science"[MeSH Terms] OR ("materials"[All Fields] AND "science"[All Fields]) OR "materials science"[All Fields])	6
3	((Photocuring led) AND (laser LED)) AND (halogen)		("photocurable"[All Fields] OR "photocure"[All Fields] OR "photocured"[All Fields] OR "photocuring"[All Fields]) AND "LED"[All Fields] AND (("laser s"[All Fields] OR "lasers"[MeSH Terms] OR "lasers"[All Fields] OR "laser"[All Fields] OR "lasered"[All Fields] OR "lasering"[All Fields]) AND "LED"[All Fields]) AND ("halogenate"[All Fields] OR "halogenated"[All Fields] OR "halogenates"[All Fields] OR "halogenating"[All Fields] OR "halogenation"[MeSH Terms] OR "halogenation"[All Fields] OR "halogenations"[All Fields] OR "halogenative"[All Fields] OR "halogenic"[All Fields] OR "halogens"[MeSH Terms] OR "halogens"[All Fields] OR "halogen"[All Fields])	6

Tabla 2. Resultados de la consulta realizada en la base de datos EBSCO

No.	Consulta	Limitadores y amplificadores	Último acceso realizado a través de	Re sultado s
S9	TI Composite Resin AND TI Light Activated	Limitadores - Fecha de publicación: 20130101- 20211231 Amplificadores - Aplicar materias equivalentes Modos de búsqueda - Booleano/Frase	Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - Dentistry & Oral Sciences Source;MEDLINE Complete	6
S8	TI camphorquinone AND TX Light Transmittance OR TI light led	Limitadores - Fecha de publicación: 20130101- 20211231 Amplificadores - Aplicar materias equivalentes Modos de búsqueda - Booleano/Frase	Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - Dentistry & Oral Sciences Source;MEDLINE Complete	651
S7	TI composite resin AND TX LED light AND TX Microhardness	Limitadores - Fecha de publicación: 20130101- 20211231 Amplificadores - Aplicar materias equivalentes Modos de búsqueda - Booleano/Frase	Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - Dentistry & Oral Sciences Source;MEDLINE Complete	145
S6	TI Polymerization AND TX Shrinkage Stress AND TX Bulk fill Composites	Amplificadores - Aplicar materias equivalentes Modos de búsqueda - Booleano/Frase	Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - Dentistry & Oral Sciences Source;MEDLINE Complete	64
S5	TX Photopolymerization AND TX Curing depth AND TX composite resin	Amplificadores - Aplicar materias equivalentes Modos de búsqueda - Booleano/Frase	Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - Dentistry & Oral Sciences Source;MEDLINE Complete	189

S4	TX modulated LED light AND TX tooth cavities AND TX temperature change	Amplificadores - Aplicar materias equivalentes Modos de búsqueda - Booleano/Frase	Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - Dentistry & Oral Sciences Source;MEDLINE Complete	1
S3	TX High irradiance AND TX light curing units AND TX Pulpal temperature	Amplificadores - Aplicar materias equivalentes Modos de búsqueda - Booleano/Frase	Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - Dentistry & Oral Sciences Source;MEDLINE Complete	8
S2	TX Light Emission AND TI light emitting diode OR TX Curing Profile	Limitadores - Fecha de publicación: 20180101-20191231 Amplificadores - Aplicar materias equivalentes Modos de búsqueda - Booleano/Frase	Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - Dentistry & Oral Sciences Source;MEDLINE Complete	154
S1	TX EFFECTS OF LED LIGHT QUALITY AND TX (HARDNESS AND DEPTH OF POLYMERISATION) AND TX COMPOSITE RESINS	Limitadores - Fecha de publicación: 20180101-20191231 Amplificadores - Aplicar materias equivalentes Modos de búsqueda - Booleano/Frase	Interfaz - EBSCOhost Research Databases Pantalla de búsqueda - Búsqueda avanzada Base de datos - Dentistry & Oral Sciences Source;MEDLINE Complete	2

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El uso de las lámparas de fotocurado en odontología es cada vez más amplio, en la medida en que los materiales de mayor uso requieren la fotoactivación. En el mercado se ofrecen diferentes equipos con características y propiedades variables que pueden afectar el resultado del proceso de polimerización y con esto la calidad del tratamiento. En la búsqueda bibliográfica realizada en el presente estudio se encontraron estudios que reportan uno o más de estas características y que se pueden resumir en las siguientes tablas

Tabla 3 matriz de resultados

TÍTULO	PROBLEMÁTICA ABORDADA EN LA INVESTIGACIÓN	METODOLOGÍA	OBJETIVOS	REFERENTES CONCEPTUALES	Análisis y discusiones.	CONCLUSIONES	APORTE A LA REVISIÓN NARRATIVA DE LITERATURA
Evaluation of different light-curing lamps Halogen versus new-diode lamp (14)	¿Qué factores controlan la reacción de fotopolimerización compuesta?	Los materiales utilizados fueron: Axia Fill NF (Dentalica, Italia), Gradia Direct (GC, EE. UU.), X Duo Ceram (Dentsply, Reino Unido) inco muestras de cada material (controles) se sometieron a ciclos TG-DTA sin procedimientos de fotopolimerización (análisis total de 15 controles).	Evaluar la calidad de polimerización de composites fotopolimerizables realizada por lámparas halógenas y de diodos nuevos a través del análisis térmico	Se utilizó un dispositivo de análisis térmico TD/DTA simultáneo para medir el cambio de masa y los efectos del calor.	El análisis TG / DTA muestra que diferentes tiempos de fotopolimerización afectan al grado de conversión del composite, ya que al aumentar el tiempo de polimerización disminuye la cantidad de monómero que no ha reaccionado (residual). El composite no curado mostró una pérdida de masa del 5,7% a 270 C y del 14,9% a 350 C, mientras que el composite curado mostró una pérdida de masa de 0.4% a 270 C y 7.4% a 350 C. En las condiciones utilizadas en este estudio:.	El análisis TG / DTA muestra un comportamiento térmico diferente entre muestras. En las condiciones utilizadas en este estudio, las muestras curadas por la lámpara halógena en los tiempos estándar de exposición, en comparación con las muestras curadas en pocos segundos por la lámpara de diodo, muestran una menor pérdida de masa.	Eficacia del curado en resinas compuesta dependiendo de la luz de curado.
State-of-the-art: Dental photocuring—A review (15)	¿Los avances actuales en la ciencia generadora de luz podrían adaptarse para uso dental?	Medición de la irradiancia convencional	Realizar una revisión sistemática a cerca del fotocurado dental y técnica utilizada.	Las primeras unidades de fotocurado se diseñaron se introdujeron a principios de la década de 1970. Desde entonces se han variado las fuentes de luz, intensidad, longitud de onda, y tiempo de curado, lo que ha generado confusión	Se han encontrado discrepancias en la medición de la salida de la unidad de luz utilizando radiómetros de curado dental portátiles, lo que valida que no se consideran indicadores confiables para clasificar el potencial de profundidades de curado. Los radiómetros de mano son en realidad solo fotómetros calibrados en unidades radiométricas	Se ha encontrado que las propiedades físicas de las resinas curadas con varias luces son inferiores, aunque todas las unidades pasaron la norma ISO para medir la profundidad de curado, lo que confirma que el método estándar no discrimina realmente en la caracterización del rendimiento de la luz de curado.	La perspectiva para apreciar la tecnología actual, los problemas enfrentados actualmente y los que aún están por superar.

<p>A brief history of LED photopolymerization(16).</p>	<p>¿La fuente de luz de fotopolimerización es un factor que se relaciona en el éxito de los materiales dentales?</p>	<p>Se discute la ciencia de los materiales de los dispositivos LED LCU y los materiales dentales foto polimerizados con LED LCU, así como las ventajas y los límites de la fotopolimerización LED de biomateriales orales. Esto se basa principalmente en una revisión de los artículos científicos más citados en revistas internacionales revisadas por pares. En esta revisión se consideran los desarrollos de las LCU LED comerciales, así como los aspectos de su uso clínico.</p>	<p>Estudiar el desarrollo de las LCU LED en, así como los aspectos de su uso clínico.</p>	<p>La banda de valencia: Estructura de energía de banda de un típico intrínseco semiconductor. Sistema que se usa para medir luz LED</p>	<p>Una medida importante de un LED es su eficacia luminosa (la relación entre el flujo luminoso emitido y la energía eléctrica consumida) y es una medida de qué tan bien una fuente de luz produce luz visible. En el caso de los LED, la eficacia luminosa suele ser del orden de 60 lmW⁻¹, Eficacias luminosas LED de 150 lmW⁻¹ han sido alcanzados [13] para LED blancos mientras que las típicas lámparas QTH presente en LCUs, tienen una eficacia luminosa de solo 25 lmW.</p>	<p>Las características distintivas de las LCU LED incluyen un espectro de emisión de luz único, alta eficiencia de curado, larga vida útil, bajo consumo de energía y factor de forma de dispositivo compacto. Significación. Al comprender los principios físicos de los LED, se apreciará mejor el desarrollo de las LCU LED, sus fortalezas y limitaciones y los beneficios específicos de la fotopolimerización de LED.</p>	<p>Eficiencia de las lámparas con luz LED.</p>
--	--	--	---	--	---	---	--

Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review (17)	¿La luz de polimerización puede tener algún efecto sobre la temperatura de la pulpa dental y los tejidos blandos?	Revisión de literatura	Utilizar para optimizar el rendimiento del producto, así como los factores bajo el control del odontológico, por lo que pueden influir en el resultado a largo plazo de sus procedimientos de restauración.	Espectro electromagnético con representaciones correlacionadas de tendencias en frecuencia y longitud de onda, así como contenido de energía y ubicación de porciones de banda de uso común.	La dureza máxima de la resina compuesta (52,2 KHN) se observó a 0,5 mm de profundidad con 20s de exposición (Bluephase 20i a $1.282 \pm 14 \text{ mW} / \text{cm}^2$). Se determinaron relaciones de dureza de 60,6, 76,1 y 89,1% a 2 mm de profundidad utilizando la unidad de fotopolimerización Bluephase 20i durante 10, 15 y 20 s de tiempo de exposición, respectivamente. El curado de 20 s fue el control y el tiempo extendido para Bluephase 20i (unidad de fotopolimerización de control).	No existe un solo factor que garantice el éxito clínico de una restauración.	Implicaciones clínicas de la fotopolimerización en la práctica odontológica
Effect of Beam Profiles From Different Light Emission Tip Types of Multiwave Light-emitting Diodes on the Curing Profile of Resin-based Composites (18)	¿Cuales son los efectos de los perfiles de haz de diferentes tipos de punta de emisores de luz de ondas múltiples y Diodos en el perfil de curado de Compuestos a base de resina?	La exposición radiante ($n = 3$) en todo el rango de longitudes de onda violetas (380-420 nm), en todo el rango de longitud de onda azul (420-495 nm), así como en el Los rangos completos de longitudes de onda de cada LED de ondas múltiples se calcularon integrando las curvas de irradiancia y longitud de onda obtenidas de un espectrofotómetro (Calibrador de resina MARC.	Evaluar la influencia del perfil del haz de diferentes tipos de punta de emisión de luz de diodos emisores de luz de ondas múltiples.	Se evaluó el grado de conversión (DC) de las secciones transversales delgadas longitudinales de cada bloque usando la transmisión FT-NIR. La exposición radiante transmitida a través de los compuestos durante el curado se evaluó en diferentes espesores. Los datos fueron nalizados mediante análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$; $^*b = 0,2$).	La caracterización mostró que Bluephase G2 tenía irradiancia media de $1195 \text{ mW} / \text{cm}^2$ y una exposición radiante total de $24 \text{ mW} / \text{cm}^2$ después de 20 segundos de exposición, con $19,4 \text{ mW} / \text{cm}^2$ que se genera en el rango de longitud de onda azul de 420-495 nm y $4,6 \text{ mW} / \text{cm}^2$ sobre el rango de longitud de onda violeta de 380-420 nm. VALO: tenían una irradiancia media de $953 \text{ mW} / \text{cm}^2$ y una exposición radiante total de $23,8 \text{ mW} / \text{cm}^2$ después de 25 segundos de exposición (20 segundos de exposición, seguidos inmediatamente de cinco segundos más de exposición), con $18,4 \text{ mW} / \text{cm}^2$	La activación de la luz es un paso clínico importante para lograr el éxito en el procedimiento de restauración.	La influencia del haz de luz y su emisión de los diferentes tipos de puntas en el resultado clínico y su exposición estándar generalizada en los protocolos de fotocurado.
Effect of pulse-width-modulated LED light on the temperature change	¿El cambio de temperatura del composite en las	Se hicieron cavidades clase I en 30 molares y se	Investigar los efectos de la emitancia	El aumento de la temperatura del compuesto durante la	La cámara térmica infrarroja permitió la visualización en tiempo real	El sistema de luz de curado PWM-LED controlado por un	Investigar los efectos de la Emisión radiante y

<p>of composite in tooth cavities(19)</p>	<p>cavidades dentales esta relacionado con el efecto de la luz LED modulada por ancho de pulso?</p>	<p>seccionaron verticalmente. Se rellenaron con Bulk Fill y se curó en grupos (n = 5): 10% / 100 s, 30% / 33,3 s, 50% / 20 s, 100% / 10 s, modo de aumento Los termogramas de las muestras se registraron utilizando una cámara térmica infrarroja (. Los datos de cambio de temperatura en las superficies de composite y dentina se recopilaron a distancias incrementales 0,65-1,0mm desde la parte superior de la cavidad hasta la pulpa.</p>	<p>radiante y el tiempo de curado de la luz PWM-LED sobre el cambio de temperatura del composite y la dentina en cavidades de clase I en molares humanos extraídos.</p>	<p>polimerización en vitro Los estudios con moldes artificiales se vieron afectados por el modo de aplicación de la luz.. Enin vitro estudios en dientes humanos extraídos, la cantidad y la tasa inicial de aumento de temperatura se vieron afectados por el tipo y la intensidad de la luz de curado LED en el composite y en el lado pulpar de la dentina.</p>	<p>del flujo de calor y la distribución de la temperatura en una restauración de composite dentro de un diente extraído. En la mayoría de los estudios anteriores, para modificar el modo de curado, se utilizó la técnica de curado de inicio suave o curado retardado por pulso en la que la modulación radiante se realizó en el orden de unos pocos segundos con lámparas de curado comerciales listas para usar</p>	<p>microcontrolador proporcionó una herramienta útil para variar la emitancia radiante y el tiempo de curado con exposición radiante constante para evaluar el cambio de temperatura del composite y la dentina. Estos resultados serán útiles para determinar los modos de curado adecuados con una emisión radiante variable de la luz de curado LED para disminuir el cambio de temperatura del composite y la dentina.</p>	<p>el tiempo de curado de la luz LED controlada por modulación de ancho de pulso (PWM) sobre el cambio de temperatura del composite y la dentina.</p>
<p>The Combination of CQ-amine and TPO Increases the Polymerization Shrinkage Stress and Does Not Improve the Depth of Cure of Bulk-fill Composites(20)</p>	<p>¿ La combinación de CQ-amina y TPO aumenta la polimerización, estrés por contracción y no Mejora la profundidad de curación de compuestos de relleno masivo?</p>	<p>Se produjeron compuestos experimentales de relleno masivo que contenían concentraciones molares iguales de CQ-amina o CQ-amina / TPO.</p>	<p>Evaluar el efecto de la combinación de canforquinona (CQ) y óxido de difenil (2,4,6-trimetilbenzoi) fosfina (TPO) sobre la profundidad de curado y el estrés de contracción de polimerización de compuestos de relleno masivo.</p>	<p>Los estudios han demostrado que las restauraciones BFC pueden fallar debido a la formación de espacios internos o grietas en el esmalte formadas en los márgenes de restauración cercanos. posiblemente relacionado con la tensión de contracción de polimerización del material compuesto.. Es posible que la combinación de los fotoiniciadores no solo mejore la profundidad de curado sino que también desempeñe un papel en la tensión de contracción de polimerización de los</p>	<p>La combinación de estos fotoiniciadores no solo mejoraría la profundidad de curado sino que también desempeñe un papel en la tensión de contracción de polimerización de los BFC con una configuración dada de resina / relleno.</p>	<p>Se cree que la LT a través de un compuesto a base de resina es el resultado de la absorción del fotoiniciador, la reflexión de la superficie, la dispersión de la luz y la refracción causadas por las diferencias en los índices de refracción de los monómeros y las partículas de carga</p>	<p>Fotoiniciadores como factores de estrés y contracción de las resinas compuestas y su éxito clínico.</p>

				BFC			
Effect of Different LED Light-curing Units on Degree of Conversion and Microhardness of Bulk-fill Composite Resin (21)	¿Tiene algún efecto las diferentes unidades de fotopolimerización LED sobre el grado de conversión y la microdureza de la resina compuesta de relleno ¿	30 probetas cilíndricas (cada una norte = 5) de Tetric N-Ceram Bulk-Fill, Filtek TM Bulk-Fill Posterior Restorative y SDR flow se prepararon en moldes de metal (5 mm de diámetro y 4 mm de espesor) y se curaron con LED de segunda generación (SmartLite, Focus, Dentsply Sirona) y LED de tercera generación (Bluephase, Ivoclar Vivadent) resultando en seis grupos. El grado de conversión se determinó usando espectros copia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)? y microdureza con el probador de microdureza Vickers.	Comparar el efecto del uso de unidades de fotopolimerización (LCU) LED de segunda y tercera generación sobre el grado de conversión (DC) y microdureza (VHN) de compuestos de resina de relleno	Existen varias desventajas asociadas con la técnica de estratificación en el material compuesto convencional, como falla de unión entre las capas, contaminación entre capas de material compuesto, limitación de acceso en las pequeñas cavidades que dificultan la colocación, mayor consumo de tiempo, incluida la colocación del material compuesto en incrementos, y curarlo. Se han introducido materiales de resina compuesta de relleno para superar estas desventajas.	Se encontró una diferencia significativa entre DC y VHN entre todos los grupos de relleno masivo que fueron curados con luz de curado LED de segunda generación y luz de curado LED de tercera generación. Entonces, no hay una diferencia significativa entre la CC de las tres resinas de relleno masivo compuestas por (LED de segunda generación frente a la luz de curado LED de tercera generación).	La luz de curado LED de segunda generación todavía se puede usar para curar compuestos de resina de relleno masivo al aumentar la duración de la irradiación.	Tipos de luz de fotocurado relacionadas con la eficacia en los factores como microdureza y grado de conversión.
Light Curing in Dentistry (22)	¿Que conocimiento se tiene de las lámparas en odontología?	Estudio de la Energía electromagnética y espectro electromagnético por medio de la exposición de luz, realizado en encía de cerdos. Espectros de emisión de las luces de polimerización	Analizar el conocimiento actual de las lámparas de polimerización dentales y su uso en odontología.	Luces de diodo emisor de luz de segunda generación Existencia radiante (irradiancia) versus potencia radiante	La capacitación práctica individualizada sobre cómo fotopolimerizar una restauración incluye aprender a colocar correctamente al paciente para mejorar el acceso y asegurarse de que la guía de luz esté colocada de manera óptima durante todo el proceso de fotopolimerización.	Al tomar una decisión sobre qué nueva lámpara de polimerización deben comprar, el profesional debe hacer las siguientes preguntas: ¿Con quién me comunico si tengo un problema con la lámpara o si el paciente se queja de algo que sucedió después de que se usó la lámpara de polimerización? ¿Cuál es la salida de potencia radiante (Watts) de la lámpara de polimerización? ¿Cuál es el tamaño de la punta activa, es decir,	Indicaciones para la elección de una adecuada lámpara de fotocurado

						qué parte de la restauración recibirá luz útil?	
Ocular hazards of curing light units used in dental practice – A systematic review (23)	Estudiar cómo los diferentes tipos de lámparas de polimerización en la práctica dental afectan los ojos y qué peligros oculares presenta cada uno	Esta revisión sistemática se informó y se realizó de acuerdo con las guías PRISMA. Total de 4494 títulos, de los cuales 4490 títulos se generaron a partir de Google Scholar, mientras que los cuatro restantes se generaron a partir de PubMed. Se eliminaron 1320 estudios. Se fueron excluyendo hasta quedar en 8.	examinar la literatura y resumir los estudios que describen los efectos y peligros potenciales en el ojo que plantean los diferentes sistemas de unidades de luz de curado comúnmente utilizados en la práctica dental hoy en día para garantizar la seguridad del operador	En los años 80, se habían realizado estudios para evaluar los peligros oculares de las LCU de halógeno de cuarzo-tungsteno (QTH) y se encontró que debido a sus bajas intensidades de emisión de alrededor de 300 mW / cm ² , tenían poco potencial para causar daño ocular	La dosis de longitud de onda total recibida puede causar daño ocular, lo que sugiere que la intensidad de la luz está correlacionada con la duración requerida para causar un cierto nivel de daño, y podemos sustituir la exposición prolongada a la luz mediante el uso de una luz de menor intensidad.	la luz azul presenta un riesgo máximo de causar degeneración de la retina según los estudios evaluados. La mayoría de los estudios recomiendan el uso de gafas protectoras para limitar la exposición del paciente, el operador y el asistente a las LCU. No es aconsejable mirar directamente a la fuente de luz y los tiempos y distancias de exposición seguros recomendados para el paciente, el operador y el asistente deben cumplirse estrictamente en la consulta dental.	Recomendaciones para el cuidado ocular en el proceso de fotocurado.
The role of polymerization in adhesive dentistry(10)	¿Cuál es la polimerización de los sistemas adhesivos y cuales son los factores que intervienen?	Se deben tener en cuenta los fotoiniciadores, el disolvente, la polimerización.	analizar la polimerización de los sistemas adhesivos y el papel de los diferentes factores que pueden afectar el curado del polímero y, por tanto, la estabilidad final de los enlaces resina-dentina.	Estudios previos han demostrado la presencia de microdominios permeables compuestos por grupos funcionales hidrófilos y / o ácidos en la capa adhesiva utilizando un trazador de plata que es capaz de revelar la presencia de nanofiltraciones	El aumento de temperatura es más pronunciado durante la fotopolimerización del adhesivo en comparación con los compuestos	La estabilidad de la capa adhesiva está fuertemente influenciada por el grado de conversión del sistema de unión. Varios factores pueden interferir con esta reacción, y es necesario observar meticulosamente la aplicación del adhesivo y el protocolo de polimerización para garantizar las propiedades óptimas del material.	Se deben revisar el grado de conversión de cada adhesivo y sus instrucciones de manejo.

<p>Effect of high-irradiance light curing on exposure times and pulpal temperature of adequately polymerized composite(24)</p>	<p>No habría diferencias en el aumento máximo de la temperatura pulpar con respecto al valor inicial en función del tipo de unidad de fotopolimerización o la duración de la exposición.</p>	<p>En la primera parte, los investigadores determinaron el tiempo de exposición necesario para proporcionar una polimerización aceptable de la restauración compuesta basándose en las relaciones de dureza a 2 mm de profundidad con cada una de las unidades de fotopolimerización. En la segunda parte, los investigadores determinaron el efecto del tiempo de exposición sobre el aumento de la temperatura pulpar.</p>	<p>evaluar las temperaturas de la cámara pulpar comparando las duraciones de exposición proporcionadas por el fabricante y las optimizadas mediante un cálculo basado en lograr el 80% recomendado de dureza máxima a una profundidad de 2 mm.</p>	<p>cuatro unidades de curado de alta irradiancia disponibles comercialmente: Flashmax P3 (CMS Dental, Copenhagen, Dinamarca), Valo (Ultradent, South Jordan, UT, EE. UU.), SPEC 3 LED (Coltene, Cuyahoga Falls, OH, EE. UU.) y Cybird XD (Dentazon, Torrance, CA, EE. UU.).</p>	<p>Los resultados del ANOVA de dos vías indicaron la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el aumento medio máximo de la temperatura pulpar desde el inicio basado en la unidad de fotopolimerización y tiempo de exposición.</p>	<p>Se recomienda precaución con el uso de unidades de fotopolimerización de alta irradiancia con tiempos de exposición cortos para obtener una polimerización adecuada de la resina compuesta. Dentro de las limitaciones de esta investigación, ninguna de las unidades de fotopolimerización de alta irradiancia polimerizó adecuadamente la resina compuesta utilizada en este estudio a una profundidad de 2 mm</p>	<p>Se tiene en cuenta las indicaciones de cada lámpara y su uso, pero no se muestran buenos resultados en la polimerización con estas lámparas.</p>
<p>Effect of Light Intensity on the Degree of Conversion of Dual-cured Resin Cement at Different Depths with the use of Translucent Fiber Posts.</p>	<p>¿Cuáles son las intensidades de luz, en las diferentes profundidades del canal radicular.</p>	<p>Treinta postes de fibra de vidrio fueron asignados al azar en tres grupos. Se cementaron con cemento de resina de curado dual Duo-Link. El cemento se fotopolimerizó con intensidades de luz de 600, 800 y 1100 mW/cm² durante 40 segundos.</p>	<p>Evaluar el efecto de las diferentes intensidades de luz sobre el grado de conversión del cemento de resina de polimerización dual a diferentes profundidades en postes de fibra de vidrio.</p>	<p>Los datos se analizaron mediante anova de medidas.</p>	<p>No hubo diferencias significativas relacionadas con las diferentes intensidades de luz entre las regiones cervical, medio y coronal.</p>	<p>La intensidad de luz de 600 mW/cm² en comparación con la intensidad de luz de 800 mW/cm², aumentó significativamente el grado de conversión del cemento de resina de polimerización dual en la región apical. Sin embargo, el grado de conversión no fue significativamente diferente entre las intensidades de luz de 800 y 1100 mW/cm²</p>	<p>Si el cemento de resina, especialmente en las áreas apicales, no está suficientemente curado, la microfiltración puede aumentar y la retención del poste puede verse comprometida.</p>

<p>Shedding light on a potential hazard. Dental light-curing units</p>	<p>Cuáles son los riesgos potenciales al usar las lámparas de fotocurado dental.</p>	<p>Los autores explican los riesgos potenciales del uso de las lámparas dentales,</p>	<p>identificar pautas diseñadas para proteger a todos los trabajadores de la exposición excesiva a la luz azul.</p>	<p>Se estudiaron las lámparas dentales antiguas y modernas para hayar sus diferencias.</p>	<p>Las lámparas de fotocurado que se usan en la actualidad son LED, su espectro de más estrecho que el de las unidades QTH.</p>	<p>Se debe realizar la protección ocular adecuada y brindar consejos clínicos para garantizar la seguridad ocular al usar las lámparas de fotocurado dental.</p>	<p>Las lámparas de fotocurado dental se han convertido en un componente esencial de la odontología moderna, y ahora se utilizan luces LED que contienen grandes cantidades de luz azul y producir un buen proceso de fotocurado.</p>
--	--	---	---	--	---	--	--

<p>A comparative evaluation of effect of modern- curing modes on conventional and novel- resin monomer .</p>	<p>Estudios han comparado la eficacia de QTH LCU con LED LCU utilizando resinas compuestas nanohíbridas. Sin embargo, la eficacia de curado de estos nanohíbridos recientemente desarrollados, con monómero novedoso, no se ha estudiado ampliamente con diferentes modos de curado. Por lo tanto, este estudio se llevó a cabo para comparar la eficacia de la polimerización de resinas compuestas nanohíbridas curadas con QTH y LCU LED por diferentes modos de curado.</p>	<p>En este estudio se utilizaron dos compuestos nanohíbridos, IPS empress direct y charisma diamond. Unidad de curado de diodo emisor de luz (LED) y unidad de curado de cuarzo-tungsteno-halógeno (QTH) que se operaron en dos modos diferentes: inicio continuo y suave. Según la resina compuesta, las luces de curado y el modo de curado utilizado, las muestras se dividieron en 8 grupos. Después de la polimerización, las muestras se almacenaron durante 48 h en completa oscuridad a 37 ° C y 100% de humedad.</p>	<p>El objetivo de este estudio es comparar y evaluar el efecto de la luz de curado y los modos de curado en las resinas compuestas nanohíbridas con bis-GMA convencional y nuevos monómeros de triciclodocano (TCD).</p>	<p>Las muestras se prepararon utilizando molde de acero inoxidable con diámetro 7 mm y altura 2 mm. Los moldes se colocaron sobre un fondo de papel opaco oscuro cubierto con una tira de matriz de poliéster y relleno de compuesto. Esta disposición minimizó la posibilidad de obtener una dureza artificialmente mayor debido a la reflexión de la luz.</p>	<p>La polimerización adecuada es un factor crucial para obtener propiedades físicas óptimas de los materiales compuestos y está relacionada con un mejor rendimiento clínico. [8,9] Aunque es deseable un alto grado de curación, inherentemente resulta en una contracción que es inevitable. Estas tensiones pueden producir defectos en el enlace del diente compuesto, lo que lleva a la falla del enlace, microconsumo, sensibilidad postoperatoria, caries recurrente, disminución de las propiedades mecánicas y fractura dental.</p>	<p>Tanto las unidades de curado QTH como las LED habían mostrado la profundidad adecuada de curación. El modo de curado de arranque suave en las luces de curado QTH y LED había aumentado efectivamente la microdureza que el modo continuo de curado. El monómero TCD había mostrado valores de dureza más altos en comparación con la resina convencional que contenía Bis-GMA.</p>	<p>La comparación de los valores medios de dureza y las relaciones de dureza se realizó mediante ANOVA con la prueba post hoc de Tukey.</p>
<p>Utilizing Light Cure Units: A Concise Narrative Review</p>	<p>Comprender la dinámica de la polimerización y la El efecto de las unidades de curado de luz (LCU) en este proceso es primordial</p>	<p>Las bases de datos utilizadas fueron Scopus, PubMed y Google Scholar. Las palabras clave de la estrategia de búsqueda incluyeron "dental" unidades de curado por luz", "irradiancia", "polimerización" y "compuestos de resina dental".</p>	<p>Sintetizar los informes relevantes de los principios básicos de polimerización y fotocurado, así como las prácticas más efectivas de compuesto de resina. colocación y curado, al tiempo que se elaboran los tipos de LCU actualmente</p>	<p>El La eficiencia y la calidad de la luz del dispositivo de curado de luz afectan directamente la longevidad y la clínica rendimiento de RC [7]. Hay que tener en cuenta muchas consideraciones a la hora de elegir un unidad de curado de luz</p>	<p>El proceso de fotopolimerización es de gran importancia porque juega un papel importante. papel en las propiedades resultantes del material final [5,6]. Esto se logra a través de la exposición el compuesto de resina sin curar a una fuente de luz que tiene la energía para iniciar el proceso de polimerización. Sin embargo, las propiedades de la luz dependen de su</p>	<p>Una parte vital del arsenal de un odontólogo en la operación dental es una conciencia y la comprensión de la UCL utilizada, junto con sus limitaciones. Estos incluyen, pero no son limitado a, el tipo de unidad de LCU utilizada y qué tan bien polimerizará un dental en particular material compuesto de</p>	<p>Parámetros como la irradiancia, la energía y la uniformidad del haz son algunos de ellos. factores con impacto directo en la capacidad de servicio del material restaurador.</p>

			<p>disponibles y su</p> <p>propiedades inherentes y las características de la viga acompañada. Un no exhaustivo</p> <p>la búsqueda bibliográfica se realizó desde el año 2000 hasta el 2020.</p>		<p>fuelle. El</p> <p>La eficiencia y la calidad de la luz del dispositivo de curado de luz afectan directamente la longevidad y la clínica</p> <p>rendimiento de RC</p>	<p>resina basado en la longitud de onda de la LCU y los fotoiniciadores en</p> <p>el material.</p>	
<p>The Photoinitiators Used in Resin Based Dental Composite. A Review and Future Perspectives.</p>	<p>Cuáles son los fotoiniciadores alternativos a la canforoquinona.</p>	<p>se realizaron búsquedas electrónicas con palabras clave apropiadas. Se eligieron más de 60 artículos según su relevancia para esta revisión.</p>	<p>Señalar los fotoiniciadores alternativos que compensarían las desventajas de la canforoquinona tales como: tinción amarilla o mala biocompatibilidad y que además tendrían propiedades mecánicas tan satisfactorias como la canforoquinona.</p>	<p>La alternancia del fotoiniciador puede causar cambios en los valores de las propiedades biomecánicas tales como: grado de conversión, dureza, biocompatibilidad.</p>	<p>El Ivocerin tiene una gran estabilidad de color y sus propiedades mecánicas son mejores que los de la canforoquinona.</p>	<p>Los nuevos fotoiniciadores de óxido de acilfosfina. TMBOPF y TOPF tienen una mayor reactividad de fotopolimerización, bastante similar a BAPO, y tienen una adecuada estabilidad de color.</p>	<p>La rama del sistema de fotoiniciadores aún está en desarrollo. Está comprobado que esta pequeña parte de la composición de los composites dentales tiene una gran influencia en las propiedades biomecánicas y químicas de los materiales</p>

De los 17 artículos aceptados para análisis se pudieron reconocer diferentes características y propiedades que pueden clasificarse como directas e indirectas, los cuales se describen a continuación.

Tres de los artículos explicaban aspectos muy generales de las características directas (17, 21, 22), dos artículos reportaban aspectos concernientes a la Unidad de (10, 25) y tres con la tecnología de fuente (10, 17, 25). Por otra parte, aunque la mayoría de artículos reportaban el rango de emisión, sólo en un artículo se encontró que comparaban diferentes longitudes de onda (22), de igual manera con la irradiancia (24), densidad lumínica (25), y punta de curado (25).

También se encontraron artículos asociados con los parámetros de fotocurado, como por ejemplo, el modo de irradiación(10, 19) tiempo de irradiación(24), la exposición radiante (26) y las características Indirectas(22). Finalmente, se hallaron dos artículos enfocados en riesgos ocupacionales (23, 24).

7. DISCUSIÓN

Las lámparas de fotocurado y la técnica de polimerización son aspectos importantes en la práctica odontológica y particularmente en rehabilitación oral. En la presente revisión se propuso identificar las propiedades, características y riesgos ocupacionales para el paciente y el operador relacionados con las lámparas de fotocurado. Los artículos elegidos permitieron reconocer diferentes características, algunas concernientes al equipo, y otras con el proceso de polimerización, por lo que se clasificaron como directas e indirectas, descritas a continuación.

7.1 CARACTERÍSTICAS DIRECTAS

Las características y propiedades directas son aquellas que son inherentes al equipo y a la luz producida. La mayoría suelen estar predeterminadas por el fabricante y algunas pueden ser ajustables y reconocidas como parámetros de curado (17, 21, 22).

7.1.1 Unidad de fotocurado

Las características asociadas con la unidad de fotocurado están estrechamente relacionadas con el fabricante y la tecnología utilizada, que ha variado a través del tiempo según las necesidades actuales de consumo y el avance en desarrollo tecnológico en la producción de las lámparas. Dentro de este grupo se pueden encontrar (10, 25):

7.1.2 Tecnología de fuente

La fuente de emisión de la luz se refiere a la tecnología lumínica que produce la luz. Con esto se pueden clasificar en lámparas de luz halógena (QTH), que requieren gran potencia y mayor cantidad de tiempo para polimerizar adecuadamente, lo que termina en generación de calor. Las lámparas de plasma que producen emisión de luz a través de una descarga eléctrica en forma de arco entre 2 electrodos de tungsteno, requieren de filtros para reducir la amplitud de onda y producen gran cantidad de calor y una rápida polimerización. Las lámparas por emisión de láser de Argón funcionan con una longitud de onda fija (476 nm),

por lo que no todos los materiales dentales polimerizan homogéneamente. Las lámparas de emisión de diodos, o también llamadas LED, con una longitud de onda entre 440-490 nm y las LED de tercer y cuarta generación con longitud de onda de 385 nm – 510 nm, no requieren filtros ni generan calor. La mayoría que se encuentran en el mercado actual son halógenas o LED, dado la eficiencia demostrada, por lo que el análisis se hará con estas dos (10, 17, 25).

7.1.3 Espectro de emisión.

Se encuentra relacionado con la longitud de onda, la mayoría se encuentran en el espectro visible, es decir de color azul, con ondas que van desde los 385 nm hasta los 600 nm(22).

7.1.4 Irradiancia

La irradiancia se puede definir como la magnitud utilizada para describir la potencia que incide sobre una unidad de superficie al ser irradiada y se denota como W/m^2 . En algunas lámparas viene fija en otras es ajustable(24).

7.1.5 Densidad lumínica

La densidad luminosa se refiere a la impresión de luminosidad que proporciona la luz emitida por una lámpara. Generalmente se reporta como unidad de medida en intensidad luminosa por superficie (cd/m^2). Esta propiedad busca describir que tan alumbrada se percibe una superficie, por lo que también depende de otros aspectos como el estado de la superficie irradiada. Poco se reporta en los estudios(25).

7.1.6 Punta de curado

Aunque pareciera un aspecto sin mayor relevancia en el proceso de curado, es muy importante porque determina el área de la luz incidente, por lo que afecta otras propiedades. Los artículos reportan el diámetro o el radio de la punta utilizada, pero no hay evidencia de comparación entre diferentes puntas(25).

7.1.7 Parámetros de fotocurado

Los parámetros de fotocurado se refieren a todos aquellos aspectos que caracterizan cada lámpara y que son modificables. Se ajustan dependiendo de cada equipo, fuente, longitud de onda, etc. para lograr mejores condiciones en el fotocurado. Aunque estos aspectos son propios de cada lámpara de fotocurado, son comunes a la mayoría de lámparas, pero pueden variar de marca a marca. Al ser ajustables permite al operador mejorar la técnica según el material a usar y las necesidades clínicas. (10).

7.1.7.1 Modos de irradiación

La evidencia científica ha demostrado que una intensidad de luz continua y alta genera estrés de contracción durante la polimerización, lo que deriva en mayor formación de espacios entre la restauración y el sustrato dental, conocidos como GAPs. Por lo que recientemente se introdujo el modo discontinuo como rampa y pulsado para reducir la intensidad(10, 19).

7.1.7.2 Tiempo de irradiación.

Es el tiempo que transcurre desde que se inicia la irradiación. En algunas lámparas se puede encontrar totalmente ajustable, para seleccionar los segundos que se requieren, y en otros equipos, se pueden seleccionar programas preestablecidos de 10, 20 o 30 segundos(24).

7.1.7.3 Exposición radiante

Se refiere a la radiación que incide durante un período de tiempo sobre una superficie determinada J/m^2 . Esta propiedad depende directamente de la irradiancia y por ese se suele confundir con esta. En algunas lámparas se ajusta de acuerdo al tiempo(26).

7.2 CARACTERÍSTICAS INDIRECTAS

Dentro de este grupo se encuentra algunas que son propias de la lámpara, pero que no son ajustables ni preestablecidas y que dependen más del uso(22).

7.2.1 Temperatura

La evidencia científica ha demostrado que una intensidad de luz continua y alta genera estrés de contracción durante la polimerización, lo que deriva en mayor formación de espacios entre la restauración y el sustrato dental, conocidos como GAPs. Por lo que recientemente se introdujo el modo discontinuo como rampa y pulsado para reducir la intensidad(25).

7.3 EFICIENCIA DE CURADO

En este aspecto se encuentran las propiedades que se evalúan sobre los materiales que se van a curar, pero que están muy relacionadas con la calidad del proceso de polimerización. La mayoría son pruebas biomecánicas que se hacen sobre el material fotoactivado. Dentro de estas pruebas, las más comúnmente reportadas son la resistencia, que se refiere a la capacidad del material de soportar fuerzas sin fracturarse, o la microdureza, que se refiere a la oposición que hace el material para ser indentado por una punta(21). También está el porcentaje de polimerización, que se calcula al restar el número de monómeros que no se polimerizaron. De igual manera, está la profundidad del curado, que hace alusión a la longitud máxima en la que se propaga el rayo de luz dentro del material (20).

En resumen, los valores deseables de las características y propiedades de la lámpara de fotocurado varían según la tecnología usada, pero eventualmente para lograr un resultado de calidad en los materiales odontológicos tienen un rango que se lista en la tabla 4.

Tabla 4 Características y propiedades de las lámparas de fotocurado

Característica/propiedad	Rango
CARACTERISTICAS DIRECTAS	
Tecnología de fuente	QTH, LED, Ar y Plasma

Espectro de emisión	Plasma 450 – 500 nm Argón 476 nm (fija) QTH 400-600 nm LED 440- 490 nm LED de tercera y cuarta generación 385 nm – 510 nm
Irradiancia	300 - 1600 mW/cm ² · LED de tercera y cuarta generación: 1.000 mW/cm ² - 3.200mW/cm ²
Densidad lumínica	Depende de la superficie irradiada
Punta de curado	5 - 14 mm Ø
Parámetros de fotocurado	
Modos de irradiación	Continuo y Pulsado
Tiempo de irradiación	2- 45 seg
Exposición radiante	16 J/cm ²
CARACTERISTICAS INDIRECTAS	
Temperatura	Depende de otras propiedades
Eficiencia de curado	
Resistencia	Depende del material
Microdureza	Depende del material
Profundidad de curado	Depende del material
Porcentaje de conversión	Depende del material

7.4 OTROS ASPECTOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN

7.4.1 Fotoiniciador.

Aunque no es una propiedad o característica de la lámpara, el fotoiniciador es un aspecto importante a tener en cuenta durante el procedimiento de fotocurado porque es un determinante en la calidad del procedimiento, dado que si el fotoiniciador del material no se absorbe en el rango de longitud de onda de la

lámpara (27), el resultado podría ser muy desfavorable, ocasionando microfiltraciones en el diente restaurado, descementaciones y sensibilidad postoperatoria (tabla 5).

Tabla 5 Longitud de onda de absorción de los fotoiniciadores presentes en los materiales dentales

Fotoiniciador	Longitud de onda (nm)
Benzofenona	240–370
Canforoquinona	360–510
Dibenzoil germanio (Ivocerin)	390–445
Fenilpropanodiona PPD	300–400
trimetilbenzoil-difenifosfina	380–425
Oxido de Bisacilfosfina	365–416
Lucirin TPO	380- 425

7.4.2 Distancia de la punta al área de curado

Se ha identificado que la distancia entre la punta y el material a fotopolimerizar puede afectar el resultado y la calidad en la técnica de polimerización. Aunque no es una propiedad de la lámpara es necesario tener en cuenta que a mayor distancia, menor energía y contrariamente, a menor distancia, mayor energía (10, 28).

7.4.3 Angulación de la punta con respecto al área de curado

Los cambios en la angulación de la punta de la lámpara de fotocurado con respecto al área puede afectar el resultado en la polimerización debido a que como se observó en el ítem inmediatamente anterior, cuando no hay una distancia homogénea, la energía no será uniforme, por lo que se recomienda que siempre esté perpendicular al material. Esto limita a algunas lámparas que por su fabricación tienen ángulos no muy apropiados para las zonas más posteriores(25).

Las lámparas de fotocurado dental (LFD) son los dispositivos electrónicos más utilizados en la práctica clínica odontológica. Desde su aparición por primera vez, hace más de cincuenta años hasta el presente, se han realizado cambios

importantes en los equipos que afectan la calidad de polimerización y con esto el resultado clínico(15). El presente estudio se enfocó en realizar un revisión acerca de las características y propiedades de las LFD reportadas y que deben ser tenidas en cuenta tanto por profesionales como especialistas a la hora de seleccionar un equipo.

Los resultados de la presente investigación identificaron estudios en los que se pudieron reconocer diferentes aspectos asociados a las LFD y que se pudieron clasificar en características directas desagregadas en las asociadas con la unidad de fotocurado y los parámetros de fotocurado, por otra parte están las indirectas, asociadas con la eficiencia del curado. En otros estudios las han clasificado como características del equipo y de la luz y algunos más recientes han incorporado muchos aspectos más como el riesgo de la luz azul, la atenuación en los diferentes materiales, o el efecto en la temperatura pulpar (12, 17). Se clasificó de esta manera debido a que algunas características de la luz, pueden ser propias del equipo y no afectar la eficiencia del curado, mientras que otras no, lo que hace que la clasificación sea más comprensible para los operadores de estos equipos.

Por su parte, los estudios realizados Ferrante M, et al, Rueggeberg F, Jandt K & Mills R. y Price R., refieren que la fuente es la característica principal asociada con la unidad de fotocurado, y en términos de selección de LFD, evidentemente es muy importante. Basados en los resultados acá encontrados, se identifica la luz de diodo (luz LED) como la más segura (2). Entre otros de los beneficios es que disminuyen el tiempo de fotocurado y con ello el calor generado y el bajo consumo de energía (14, 17, 22). De igual forma, se han identificado otros aspectos que mejoran la calidad y los resultados de la polimerización con LED. Jandt y col además confirmaron que la luz LED tiene mayor eficacia luminosa y mayor eficiencia de curado en comparación con las QTH (luz halógena) (16).

De igual manera, asociado con la fuente utilizada, la longitud de onda también es un parámetro importante que hay que tener muy presente. La mayoría de los materiales dentales actuales disponibles en el mercado contienen fotoiniciadores que requieren la absorción de radiación óptica en el rango de longitud de onda ~350-500nm para lograr el curado total (27, 29). Lo que resulta en una limitación

para las lámparas de polimerización basadas en diodos emisores de luz (LED), debido a que algunas funcionan con longitudes de onda entre 440 y 490nm, y algunos materiales quedan por fuera de este rango (30). En este orden de ideas, la recomendación es que el odontólogo debe revisar muy bien la longitud de onda tanto de la LFD como de los materiales, y si ya tiene un equipo, se debe procurar comprar materiales con fotoiniciadores que se encuentren dentro del rango del LFD que se tenga (10, 22, 25, 27, 31).

Similarmente, la irradiancia, otro aspecto inherente al equipo, está estrechamente relacionado con la cantidad de exposición radiante, comúnmente expresada como "dosis de luz" o "producción de energía", es el producto de la irradiancia y el tiempo de exposición. Se ha reportado que un rango de exposición radiante óptimo requerido para curar suficientemente una capa de resina compuesta es de aproximadamente 8 a 50 J/cm². Esto confirma que se debe tener en cuenta estos ajustes de parámetros de fotocurado para lograr una mejor calidad en la polimerización del material (18).

La irradiancia recomendada por la literatura y los fabricantes de LFD y materiales de restauración puede variar de aproximadamente 300 a 2000 mW/cm², con los correspondientes tiempos de curado recomendados en el rango de 5 a 100s. En teoría, estos valores pueden dar dosis de luz fuera del rango requerido para un curado adecuado. Por tanto, la decisión sobre el tiempo de curado, que es uno de los parámetros que hay que ajustar en la mayoría de LFD y requiere del conocimiento del nivel de irradiancia (22, 25).

En cuanto a las características indirectas, se reconoce que las más evaluadas tienen que ver con las propiedades mecánicas de los biomateriales. Principalmente, la microdureza es uno de los estándares más medidos y que se asocian directamente con la calidad del curado. Algunos autores no reconocieron diferencias en la microdureza al utilizar QTH o LED, pero otros refieren una menor microdureza vickers al polimerizar con LED con el mismo tiempo que con una QTH, sobretodo en las primeras unidades LED que tenían una intensidad lumínica entre 400 a 450 mW/cm². Similarmente, los equipos de LED de segunda y tercera

generación muestran diferencias en la microdureza, aunque no son significativas (21). En conclusión, se puede lograr los mismos valores de microdureza con diferentes equipos, siempre y cuando se ajusten los tiempos de polimerización debidamente.

Otra propiedad muy evaluada en los biomateriales y relacionada con la calidad del fotocurado es el porcentaje de conversión. Es una propiedad que determina la calidad del curado y por ende la calidad del resultado final. Ferrante y col. evidenciaron mejores resultados en porcentaje de conversión con LFD tipo LED en comparación con las halógenas convencionales (14).

Por otro lado, se hallaron dos estudios que documentaron riesgos tanto para el paciente como para el operador con el uso de lámparas de fotocurado (23, 24). Se ha que han reconocido que tanto la radiación ultravioleta como la visible pueden inducir peligros biológicos (12). El rango más alto en luz LED está en el rango azul/azul-verde, es decir con longitudes de: 430-490 nm, y algunas luces de fotopolimerización emiten un segundo pico alrededor de 400 nm, es decir, en la transición entre radiación ultravioleta y la luz visible a luz azul, como la emitida por las lámparas de polimerización, puede dañar los ojos (23).

Un estudio mostró que las lámparas de plasma presentaban mayor aumento de temperatura intrapulpar, seguido de las de luz halógeno y los más bajos son los de luz LED, Sin embargo, así se utilice la misma fuente, el aumento en la intensidad genera aumento de la temperatura intrapulpar, lo que significa que la intensidad de la luz de LCU es un factor más importante que el tipo de LFC. Es mejor un protocolo de dos pasos con baja intensidad que un solo paso con alta intensidad (32). En suma, el sobrecalentamiento de los tejidos, particularmente de la pulpa, se puede controlar con el ajuste del tiempo de exposición, dado que si en una técnica se requieren varias dosis se puede aumentar las dosis y disminuir el tiempo de activación, o aumentar el tiempo entre una y otra activación (24, 32).

De otra parte, hay otros aspectos que no fueron tenidos en cuenta en esta revisión porque no fueron reportados en los estudios analizados pero que sí resultan importantes, como por ejemplo la autonomía, si es de cable o inalámbrica, aspectos que no son propiedades directas del equipo o la luz, pero que sí influyen

en la toma de decisiones para seleccionar el equipo antes de comprar. De igual manera, un estudio reportó comparaciones de la estabilidad del color de la resina polimerizada con diferentes LFD y confirmaron que no hay diferencias en este aspecto entre una y otra (33).

7.5 GENERACIONES DE LA LUZ LED.

En la historia y evolución de las lámparas de fotocurado de luz LED, existen 4 generaciones.

1ra. Generación	2da. Generación	3ra. Generación	4ta. Generación
			
<ul style="list-style-type: none"> -Activación sólo de la canforoquinona. -Emisión baja de energía. -Mayor tiempo de polimerización. 	<ul style="list-style-type: none"> -Activación sólo de la canforoquinona. -Mayor emisión de energía. -Inalámbricas. -Baterías costosas y vida útil corta 	<ul style="list-style-type: none"> -Poliwave (colimación). -Capacidad de polimerizar todos los fotoiniciadores. -Mejora la conversión del material. -Genera menos calor. 	<ul style="list-style-type: none"> -Poliwave. -Combina la máxima potencia con tiempos de curado cortos.

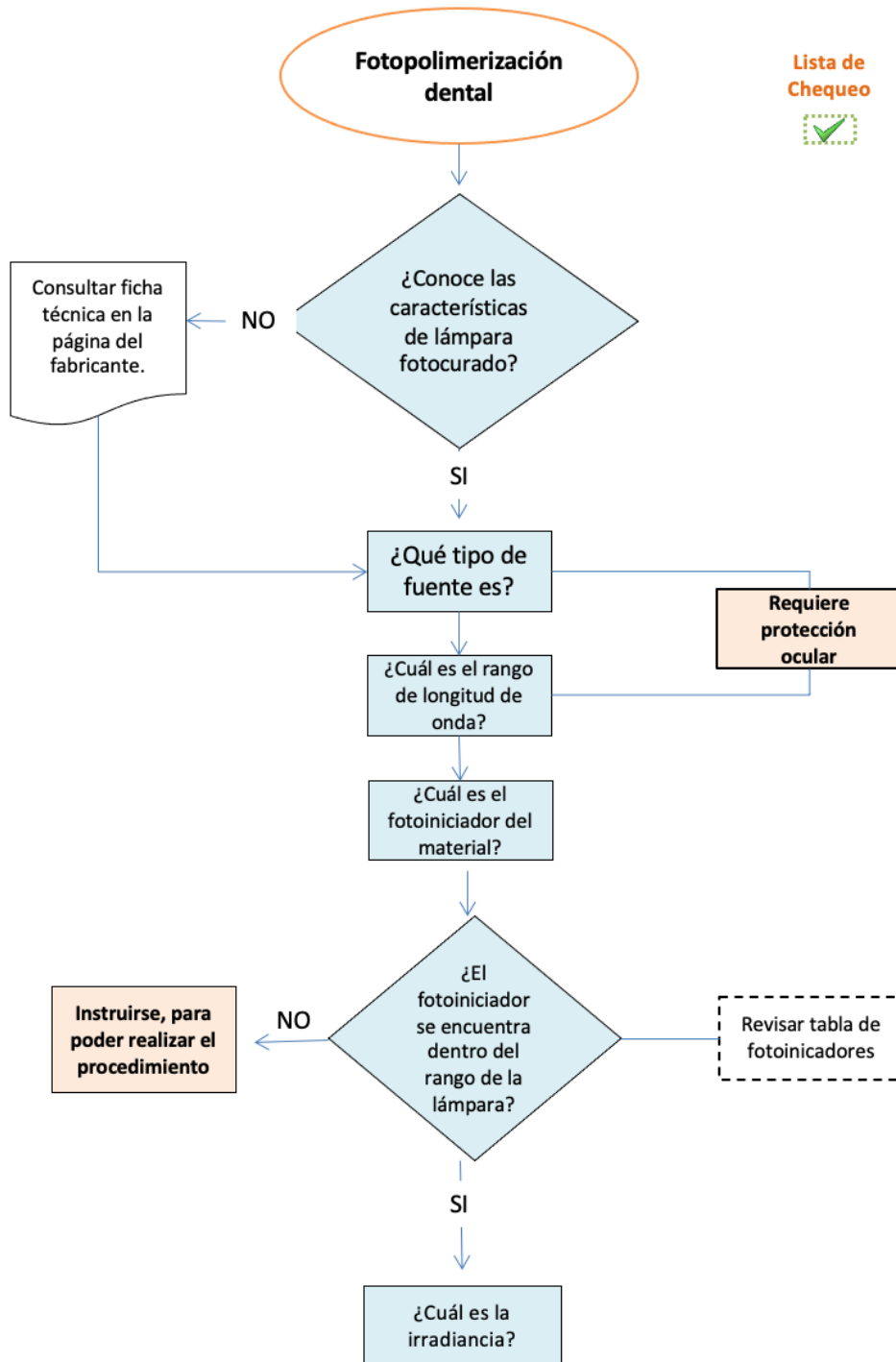
Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas que cada una presenta, se deduce que las lámparas LED de tercera y cuarta generación denominadas poliwave, son las indicadas en la odontología actual, debido a su capacidad de activación de todos los fotoiniciadores presentes en los materiales odontológicos.

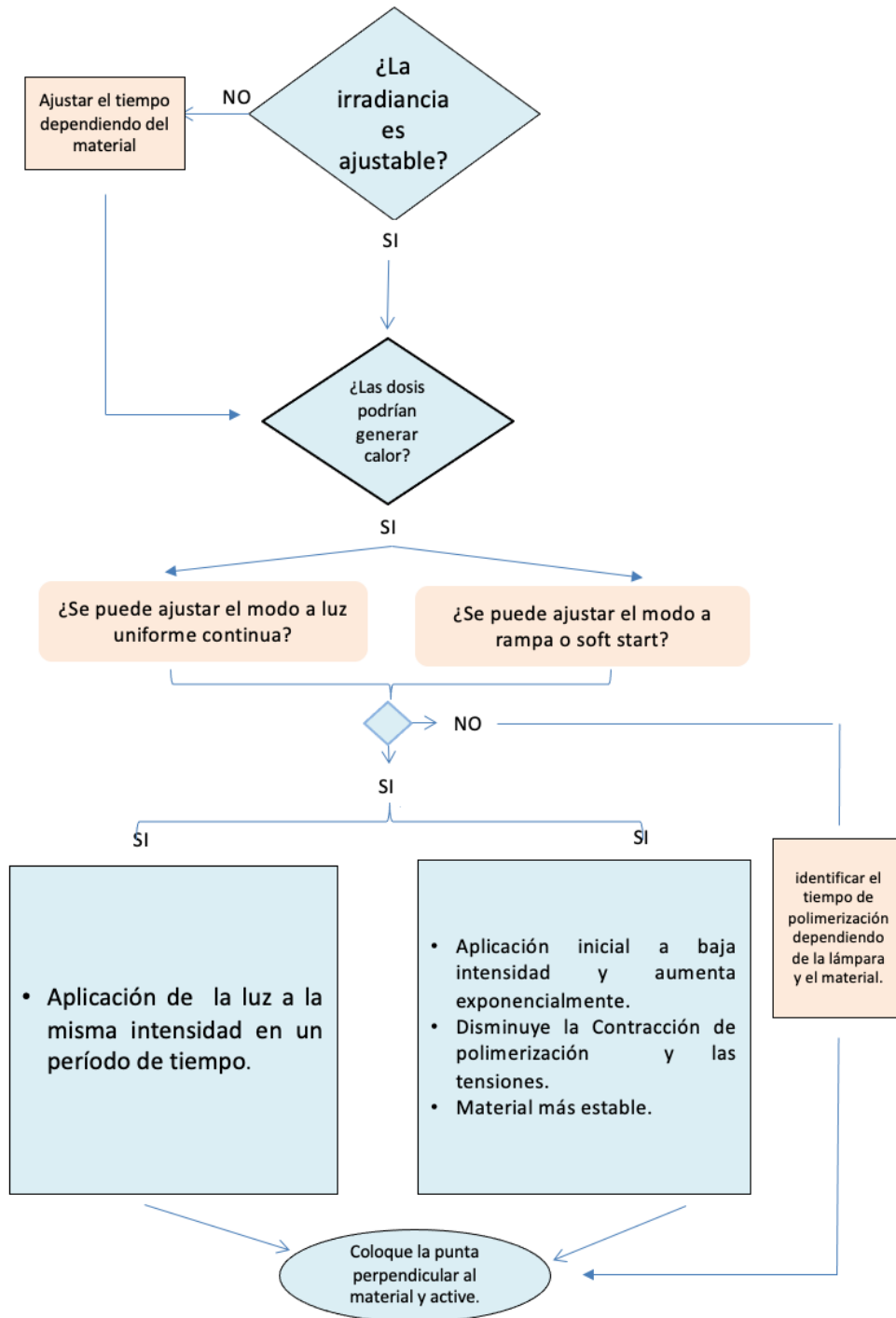
7.6 RIESGOS OCUPACIONALES

Los riesgos ocupacionales se encuentran asociados con los daños colaterales realizados durante la técnica de fotocurado. Dentro de estos riesgos se encuentran los generados en el paciente, como por ejemplo el sobrecalentamiento

de la pulpa o de los tejidos periodontales; por otro lado están los que afectan operador, también se reportan el posible daño ocular (23, 24).

Ilustración 2 Lista de chequeo para verificar en el proceso de polimerización





En conclusión, se puede identificar que las propiedades y características son bastantes y que es importante revisar cada uno de los aspectos mencionados para

realizar un protocolo de polimerización seguro y de buena calidad, en este estudio se propone la siguiente lista de chequeo antes de hacer fotoactivación (Figura 2).

Para finalizar, es claro que la tecnología LED muestra muchos beneficios con respecto a las QTH en cuanto a características técnicas, pero no son completamente ideales para polimerizar todos los materiales dentales, y se debe tener muy presente el modo de activación para cada material. Es absolutamente necesario que los biomateriales estén dentro de los rangos de las lámparas LED, para lograr la eficiencia óptima que se obtiene cuando el pico de absorción del fotoiniciador corresponde con la emisión espectral de la LFD (29).

Una de las limitaciones del presente estudio es que no todos los estudios reportan todos los parámetros, características y propiedades de las LFD utilizadas, de igual forma solo se tuvieron en cuenta estudios publicados en dos idiomas.

8. CONCLUSIONES

Se hallaron 17 artículos dentro de los cuales se tuvieron en cuenta características, propiedades o riesgos ocupacionales de las lámparas de fotocurado. Reportes indican que las unidades de fotocurado dental con las características y propiedades más confiables son las de luz LED, sin embargo, dependiendo de la generación de esta tecnología de la fuente, las de tercera y cuarta generación son las que logran polimerizar todos los materiales dentales, ya que abarcan las longitudes de onda de todos los fotoiniciadores; Por lo tanto se debe tener en cuenta que la longitud de onda de cada material esté dentro del rango de la lámpara de uso en la práctica clínica.

Los parámetros modificables de las lámparas de fotocurado ya sea que estén expresados en tiempo, eficiencia lumínica, modo de irradiación y potencia, deben ser ajustados previamente al momento de la polimerización; De este modo llevar a cabo un buen proceso y evitar riesgos que puedan afectar al paciente o al operador.

Los parámetros indispensables a tener en cuenta para realizar una técnica de fotopolimerizado segura y con resultados clínicos óptimos son: la longitud de onda, la densidad lumínica y la irradiancia.

9. RECOMENDACIONES

Las autoras recomiendan a los odontólogos que conozcan la lámpara de fotocurado, sus características y que siempre tengan el manual presente. Antes de cualquier procedimiento hay que identificar los posibles riesgos con el fotocurado y controlarlos pertinentemente. Se sugiere utilizar la lista de chequeo propuesta en el presente estudio.

De igual manera los resultados encontrados permiten recomendar al gremio establecer un consenso profesional que permita la estandarización de los estudios en los que se utilizan lámparas de fotocurado que exija a los autores a reportar todas las características y propiedades de los equipos usados para poder hacer comparaciones objetivas entre estudios.

Se sugiere realizar más estudios acerca de los tipos de fotopolimerización (modo continuo – modo discontinuo) de la unidad de curado dental para obtener un mejor resultado clínico en el momento del uso de cada material.

Se recomienda el desarrollo de una nueva clasificación de los materiales dentales de acuerdo a su capacidad de polimerización como, Polimerización convencional, polimerización comprometida y Polimerización rápida con el fin de seleccionar una adecuada técnica de polimerización.

10. ANEXOS

REFERENCIAS

1. Davidson C, de Gee A. Light-curing units, polymerization, and clinical implications. *The journal of adhesive dentistry*. 2000;2(3).
2. Krämer N, Lohbauer U, García-Godoy F, Frankenberger R. Light curing of resin-based composites in the LED era. *American journal of dentistry*. 2008;21(3).
3. Bahari M, Savadi O, S, Kimyai S, Mohammadi N, Saati K, E. Effect of Light Intensity on the Degree of Conversion of Dual-cured Resin Cement at Different Depths with the use of Translucent Fiber Posts. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*. 2014;11(3).
4. St-Georges A, Swift E, Thompson J, Heymann H. Curing light intensity effects on wear resistance of two resin composites. *Operative dentistry*. 2002;27(4).
5. Ramp L, Broome J, Ramp M. Hardness and wear resistance of two resin composites cured with equivalent radiant exposure from a low irradiance LED and QTH light-curing units. *American journal of dentistry*. 2006;19(1).
6. Santini A. Current status of visible light activation units and the curing of light-activated resin-based composite materials. *Dental update*. 2010;37(4).
7. Jiménez-Planas A, Martín J, Abalos C, Llamas R. Developments in polymerization lamps. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*. 2008;39(2).
8. Roy K, Kumar K, John G, Sooraparaju S, Nujella S, Sowmya K. A comparative evaluation of effect of modern-curing lights and curing modes on conventional and novel-resin monomers. *Journal of conservative dentistry : JCD*. 2018;21(1).
9. Rueggeberg F, JW E, Mettenburg D. Polymerization depths of contemporary light-curing units using microhardness. *Journal of esthetic dentistry*. 2000;12(6).
10. Cadenaro M, Maravic T, Comba A, Mazzoni A, Fanfoni L, Hilton T, et al. The role of polymerization in adhesive dentistry. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2019;35(1).
11. Maghaireh G, Alzraikat H, Taha N. Assessing the irradiance delivered from light-curing units in private dental offices in Jordan. *Journal of the American Dental Association (1939)*. 2013;144(8).
12. Fluent M, Ferracane J, Mace J, Shah A, Price R. Shedding light on a potential hazard: Dental light-curing units. *Journal of the American Dental Association (1939)*. 2019;150(12).
13. Hasanain F, Nassar H. Utilizing Light Cure Units: A Concise Narrative Review. *Polymers*. 2021;13(10).
14. Ferrante M, Dottore P, Petrini M, Trentini P. Evaluation of different light-curing lamps Halogen versus new-diode lamp. *Journal of thermal analysis and calorimetry*. 2011;109(2):1-6.
15. Rueggeberg F. State-of-the-art: dental photocuring--a review. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2011;27(1).
16. Jandt K, Mills R. A brief history of LED photopolymerization. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2013;29(6).
17. Rueggeberg F, Giannini M, Arrais C, Price R. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Brazilian oral research*. 2017;31(suppl 1).
18. de Oliveira D, Rocha M, Correr A, Ferracane J, Sinhoreti M. Effect of Beam Profiles From Different Light Emission Tip Types of Multiwave Light-emitting Diodes on the Curing Profile of Resin-based Composites. *Operative dentistry*. 2019;44(4).

19. Jo S, Lee C, Kim M, Ferracane J, Lee I. Effect of pulse-width-modulated LED light on the temperature change of composite in tooth cavities. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2019;35(4).
20. Rocha M, de Oliveira D, Sinhoreti M, Roulet J, Correr A. The Combination of CQ-amine and TPO Increases the Polymerization Shrinkage Stress and Does Not Improve the Depth of Cure of Bulk-fill Composites. *Operative dentistry*. 2019;44(5).
21. Siagian J, Dennis D, Ikhsan T, Abidin T. Effect of Different LED Light-curing Units on Degree of Conversion and Microhardness of Bulk-fill Composite Resin. *The journal of contemporary dental practice*. 2020;21(6).
22. Price R. Light Curing in Dentistry. *Dental clinics of North America*. 2017;61(4).
23. Alasiri R, Algarni H, Alasiri R. Ocular hazards of curing light units used in dental practice - A systematic review. *The Saudi dental journal*. 2019;31(2).
24. Slack W, Yancey E, Lien W, Sheridan R, Phoenix R, Vandewalle K. Effect of high-irradiance light curing on exposure times and pulpal temperature of adequately polymerized composite. *Dental materials journal*. 2020;39(6).
25. Melendez D, Delgado-Cotrino L, Tay L. La ciencia detrás de las lámparas de polimerización LED. *Rodyb*. 2021;10(3):6-18.
26. Malhotra N, Mala K. Light-curing considerations for resin-based composite materials: a review. Part II. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ : 1995)*. 2010;31(8).
27. Kowalska A, Sokoł J, Bociąg K. The Photoinitiators Used in Resin Based Dental Composite-A Review and Future Perspectives. *Polymers*. 2021;13(3).
28. AlShaafi M. Factors affecting polymerization of resin-based composites: A literature review. *The Saudi dental journal*. 2017;29(2).
29. Santini A, Gallegos I, Felix C. Photoinitiators in dentistry: a review. *Primary dental journal*. 2013;2(4).
30. Par M, Repusic I, Skenderovic H, Tarle Z. Wavelength-dependent light transmittance in resin composites: practical implications for curing units with different emission spectra. *Clinical oral investigations*. 2019;23(12).
31. Harlow J, Sullivan B, Shortall A, Labrie D, Price R. Characterizing the output settings of dental curing lights. *Journal of dentistry*. 2016;44.
32. Kwon S, Park Y, Jun S, Ahn J, Lee I, Cho B, et al. Thermal irritation of teeth during dental treatment procedures. *Restorative dentistry & endodontics*. 2013;38(3).
33. Strazzi-Sahyon H, Rocha E, Assunção W, Dos Santos P. Influence of Light-Curing Intensity on Color Stability and Microhardness of Composite Resins. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*. 2020;40(1).