



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE ODONTOLOGIA

PROFUNDIDAD DE POLIMERIZACION DE LAS RESINAS

BULK FILL: UNA REVISION SISTEMÁTICA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

DE

ODONTOLOGO

AUTOR: WILLIAN GABRIEL RODRIGUEZ LOJANO

DIRECTOR: OD. MSC, PHD. IRMA PRISCILLA MEDINA SOTOMAYOR

AZOGUES - ECUADOR

2020

*No me gradúe en los
50 años de La Cato!*



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE ODONTOLOGIA

**PROFUNDIDAD DE POLIMERIZACIÓN DE LAS RESINAS BULK FILL:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

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

AUTOR: WILLIAN GABRIEL RODRIGUEZ LOJANO

DIRECTOR: OD. MSC, PHD. IRMA PRISCILLA MEDINA SOTOMAYOR

AZOGUES - ECUADOR

2020

*Yo me gradúe en los
50 años de La Cato!*

DECLARACIÓN:

Yo, **RODRIGUEZ LOJANO WILLIAM GABRIEL** declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado la totalidad de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento; y eximo expresamente a la UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

La UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y normatividad institucional vigente.



.....
Autor/a: RODRIGUEZ LOJANO WILLIAM GABRIEL

C.I:0301850038

CERTIFICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN

Od. Esp. PhD Priscilla Medina Sotomayor

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN ODONTOLOGÍA

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación denominado “**PROFUNDIDAD DE POLIMERIZACION DE LAS RESINAS BULK FILL: UNA REVISION SISTEMÁTICA**”, realizado por **RODRIGUEZ LOJANO WILLIAM GABRIEL**, ha sido inscrito y es pertinente con las líneas de investigación de la Carrera de Odontología, de la Unidad Académica de Salud y Bienestar y de la Universidad, por lo que está expedito para su presentación.

Fecha: Azogues 18 de Diciembre del 2020



.....

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Od. Esp. Medina Sotomayor Irma Priscilla.

DOCENTE DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA AZOGUES

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación denominado “**PROFUNDIDAD DE POLIMERIZACION DE LAS RESINAS BULK FILL: UNA REVISION SISTEMÁTICA**”, realizado por **RODRIGUEZ LOJANO WILLIAM GABRIEL**, ha sido revisado y orientado durante su ejecución, por lo que certifico que el presente documento, fue desarrollado siguiendo los parámetros del método científico, se sujeta a las normas éticas de investigación, por lo que está expedito para su sustentación.

Fecha: Azogues 18 de Diciembre del 2020



.....
Tutor/a: Medina Sotomayor Irma Priscilla.

DEDICATORIA.

La presente tesis se lo dedico principalmente a Dios, por ser mi inspirador y darme la fuerza necesaria para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, ya que; con su infinito amor y bendiciones, iluminó cada segundo de mi vida.

A mi Madre Luzmila Lojano por ser mi pilar fundamental, por todo su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, por sus oraciones, sus consejos y palabras de aliento que hicieron de mí una mejor persona ofreciéndome de esta forma un mejor porvenir.

A mis hermanos Gustavo y Azucena Rodríguez, mis sobrinos Juan David y Stephanie Samantha por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, valentía y sacrificio, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí, es un orgullo y un privilegio ser parte de su vida.

A todos mis amigos quienes me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

EPÍGRAFE.

No matemos nuestros sueños
por falta de tiempo
Si de verdad se QUIERE se PUEDE

Paulo Coelho

AGRADECIMIENTOS:

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi sincero agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la Universidad Católica de Cuenca sede Azogues, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso de estudios dentro de esta prestigiosa Institución.

De igual manera mi agradecimiento a todos los docentes quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a la Dra. Irma Priscilla Medina Sotomayor principal colaboradora durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de esta tesis.

ÍNDICE:

Contenido:

1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA	4
2.1 ESTRATEGIA DE BUSQUEDA.....	4
2.2 CRITERIO DE SELECCIÓN.....	5
2.2.1 Criterios de inclusión:.....	5
2.2.2 Criterios de exclusión.....	5
3. ESTADO DEL ARTE	6
3.1 RESINA COMPUESTA.....	6
3.2 La resina en el campo de la odontología	6
3.2.1 Matriz orgánica: Formada por:	6
3.2.2 Relleno inorgánico:	6
3.2.3 Agente de unión.....	7
3.3 Clasificación de las resinas compuestas	7
3.3.1 Resinas de Macrorelleno o Convencionales	7
3.3.2 Resinas de Microrelleno.....	8
3.3.3 Resinas Híbridas.....	8
3.3.4 Híbridos Modernos.....	8
3.3.5 Resinas de Nanorelleno.....	9
3.4 PROPIEDADES DE LAS RESINAS COMPUESTAS.....	10
3.4.1 Resistencia al Desgaste.....	10
3.4.2 Textura Superficial	10
3.4.3 Coeficiente de Expansión Térmica.....	10
3.4.4 Expansión Higroscópica y Sorción Acuosa.	11
3.4.5 Resistencia a la Fractura	11
3.4.6 Resistencia a la Tracción y Compresión	11
3.4.7 Módulo de elasticidad	11
3.4.8 Estabilidad del color	11
3.4.9 Radiopacidad.....	12
3.4.10 Contracción de Polimerización.....	12
3.5 Características de la polimerización	12
3.6 Factores Que Intervienen En La Polimerización De Composites	13
3.7 RESINAS BULK FILL	14
3.8 CLASIFICACIÓN DE RESINAS BULK FILL	15
3.8.1 Según Su Aplicación, Uso y Viscosidad.....	15

3.8.2	Indicaciones de uso	16
3.8.3	Características y ventajas de la resina Bulk fill.....	16
3.9	Propiedades de la resina Bulk fill.....	16
3.9.1	Profundidad de Polimerización.....	16
3.9.2	Contracción de polimerización	17
3.9.3	Propiedades mecánicas.....	17
3.9.4	Tasa de conversión.....	17
3.9.5	Rendimiento estético	18
3.9.6	Desempeño biológico	18
3.10	LÁMPARAS DE FOTOPOLIMERIZACIÓN	18
3.10.1	Lámparas de luz ultravioleta.	19
3.10.2	Lámparas Halógenas.....	20
3.10.3	Lámparas de arco de plasma (PAC)	20
3.10.4	Lámparas de luz laser.....	21
3.11	Consideraciones Prácticas Para Las Resinas Dentales De Polimerización	23
3.12	Efectos de la luz de polimerización sobre la temperatura de la pulpa dental y los tejidos blandos	23
3.13	Efectos del calor sobre la temperatura de la pulpa	24
3.14	La Irradiancia (mW / cm 2)	24
3.15	Profundidad de polimerización según ISO 4049	25
3.16	Micro dureza Vickers	26
4.	RESULTADOS	28
4.1	Diagrama de flujo	28
4.2	Descripción de los estudios	28
4.3	Extracción de datos.....	29
4.4	Análisis de riesgo de sesgo.....	29
5.	DISCUSIÓN.....	33
6.	CONCLUSIONES	39
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
8.	ANEXOS.....	44

TITULO

PROFUNDIDAD DE POLIMERIZACION DE LAS RESINAS BULK FILL: UNA REVISION SISTEMÁTICA

RESUMEN

OBJETIVO: Determinar la profundidad de polimerización de las resinas Bulk Fill.

MATERIALES Y MÉTODOS: La presente revisión se realizó de acuerdo a la declaración prisma, utilizando la base de datos de PubMed (Medline) desde enero del 2015 hasta 31 de diciembre del 2019. Se incluyeron investigaciones publicadas en idioma inglés- español. La evaluación de la profundidad de polimerización de las RBF mediante la prueba de micro dureza y /o ISO 4049, fueron incluidos. Revisiones bibliográficas y Casos clínicos fueron excluidos.

RESULTADOS: En total se encontraron 76 artículos, posteriormente 6 estudios potencialmente elegibles que sumados 4 de la búsqueda manual, fueron utilizados para la evaluación de calidad y riesgo de sesgo. Se utilizaron los datos más importantes de estudios incluidos. La mayoría de los artículos incluidos fueron clasificados como de alto nivel de evidencia. El método de raspado ISO 4049 fue el más realizado por los estudios incluidos. Independientemente del método "in vitro" realizado, las resinas Bulk Fill cumplirían en parte los requisitos de polimerización de hasta 4 mm.

CONCLUSIONES: Las resinas Bulk Fill fluidas presentan mejores valores de profundidad de polimerización y éstos están condicionados por factores como, irradiancia y tiempo de exposición.

PALABRAS CLAVE: Profundidad de Polimerización, Resina Bulk Fill, Resina convencional, Viscosidad.

DEPTH OF POLYMERIZATION OF BULK FILL RESINS: A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT

OBJETIVE: Determine the depth of polymerization of Bulk Fill resins.

MATERIAL AND METHODS: This review was performed according to the prism statement, PubMed databases (Medline), consulted from January 2015 to December 31, 2019. It was included research published in English-Spanish language, the evaluation of the depth of polymerization of bulk fill resins through the microhardness test and / or ISO 4049, were included. Bibliographic reviews, clinical cases were excluded.

RESULTS: A total of 76 articles were found, subsequently 6 potentially eligible studies that, added 4 from the manual search, were used for the evaluation of quality and risk of bias. The most important data from included studies were used. Most of the articles included were classified as having a high level of evidence. The ISO 4049 scraping method was the most performed by the included studies. Regardless of the "in vitro" method performed, the Bulk Fill resins would partially meet the 4mm depth of cure requirements.

CONCLUSIONS: The fluid Bulk Fill resins have better values of polymerization depth and these are conditioned by factors such as irradiance and exposure time.

KEY WORDS: Depth of Polymerization, Bulk Fill Resin, Conventional Resin, Viscosity.

1. INTRODUCCIÓN

La caries dental es una enfermedad multifactorial que destruye las superficies del órgano dental y es considerado un problema a nivel mundial que afecta entre el 60% a 90% de la población y en Ecuador la prevalencia oscila entre el 60 al 80% siendo los niños de edades tempranas los más afectados.¹

Esta patología puede provocar la destrucción del tejido dental, siendo la principal razón para acudir al odontólogo, responsable de realizar un tratamiento restaurador de las superficies dentales destruidas devolviendo su forma, estética y función masticatoria con los mejores materiales disponibles en el mercado.

En la odontología actual, existen resinas compuestas convencionales que utilizan la técnica de restauración incremental y las resinas tipo "Bulk fill" que permite mejorar el tiempo clínico con una técnica de restauración monoincremental o a un solo bloque en capas de hasta 5 mm permitiendo reducir el tiempo y sensibilidad postoperatoria.

Uno de los inconvenientes de las resinas convencionales es su limitada profundidad de polimerización, que permite aumentar hasta 2 mm para evitar la influencia de la contracción de polimerización, que puede provocar microfiltración y reducir las propiedades físicas, mecánicas, y biológicas de la resina convencional.

Como respuesta a estas dificultades, en el último tiempo ha aparecido una nueva generación de resinas, denominadas como "Bulk Fill" (RBF). Este término ha sido utilizado por los fabricantes para referirse a resinas que pueden aplicarse en un incremento de hasta 4-5 mm, permitiendo reducir el tiempo clínico de restauración y sensibilidad postoperatoria, siendo necesario controlar otros factores para su correcta aplicación como son: unidad de foto curado que debe poseer una adecuada fuente de luz (intensidad), longitud de onda y tiempo de exposición, el tipo de resina, el color y translucidez, el grosor de cada incremento y distancia de foto polimerización al composite.³

A pesar de todo esto, se ha generado un gran debate respecto a si es posible aplicar este tipo de resina con incrementos del doble de grosor indicado en resinas convencionales, manteniendo las mismas características físicas, mecánicas y biológicas de las resinas convencionales.²

El objetivo de la presente revisión sistemática es determinar la profundidad de polimerización de las resinas Bulk fill.

2. METODOLOGÍA

2.1 ESTRATEGIA DE BUSQUEDA

La presente revisión sistemática se realizó de acuerdo con la DECLARACION PRISMA que dicta las directrices para el desarrollo de revisiones sistemáticas y metanálisis.⁴

Se estableció como pregunta PICO (Paciente, intervención, comparación y resultados)

¿Cuál es la profundidad de polimerización de resinas bulk fill en comparación con resinas convencionales?

La base de datos utilizada para la búsqueda fue PubMed (MEDLINE) con las palabras clave, (MeSH Medical Subject Headings): “Polymerization and depth and composite resin”, “Polymerization and dental restoration”, “Polymerization and composite resin”, “Polymerization and viscosity” (Tabla 1). La búsqueda se completó con la revisión manual de las referencias de los artículos seleccionados.

TABLA 1: Etapas del método pico para la formulación de la pregunta

PREGUNTA PICO	LENGUAJE CIENTIFICO	LENGUAJE CIENTIFICO INGLES	MESH (PUBMED)	COMBINACIÓN PALABRAS CLAVE PARA BUSQUEDA
PACIENTE O PROBLEMA	Restauracion dental	Dental restoration	Dental restoration/ tooth	Polymerization and depth and composite resin
INTERVENCION	Polimerización resinas bulk fill	Bulk fill resin polymerization	Bulk composite fill	Polymerization and dental restoration
COMPARACION	Resinas convencionales	Conventional resins	Composite conventional/ dental material	Polymerization and composite resin
RESULTADO	Profundidad de polimerización	Depth polymerization	Depth polimerizacion/ viscosity	Polymerization and viscosity

2.2 CRITERIO DE SELECCIÓN

2.2.1 Criterios de inclusión:

- Artículos desde 1 de enero del 2015 hasta 31 de diciembre del 2019
- Ensayos clínicos
- Revisiones sistemáticas
- Metaanálisis
- Inglés-español
- Estudio clínico
- Estudio comparativo
- Ensayo controlado aleatorizado

Se incluyeron solamente estudios que evalúen la polimerización de las RBF en comparación con las convencionales y que las variables lámpara, tiempo, distancia de polimerización y profundidad estén claramente establecidas.

2.2.2 Criterios de exclusión

Se excluyeron:

- Revisiones bibliográficas
- Casos clínicos
- Estudios en animales.

3. ESTADO DEL ARTE

3.1 RESINA COMPUESTA

Las resinas compuestas se introdujeron en odontología para empujar los defectos de las resinas acrílicas, que en la década de los 40 habían reemplazado a los cementos de silicato, que hasta entonces eran los únicos materiales disponibles⁵

Las resinas brindaban propiedades como facilidad de manipulación, insolubilidad de fluidos orales, y bajo costo. Bowen en 1962 realizó un estudio importante sobre el bis-GMA, resina de dimetacrilato y un agente de acoplamiento de silano, con la llegada de la fotopolimerización a finales de los años 70, los sistemas de polimerización se introdujeron y se anunció el primer informe sobre un material dental que se podía polimerizar mediante irradiación ultravioleta.⁵

En la actualidad, las resinas se han convertido en los materiales restauradores más utilizados debido a grandes requisitos estéticos, por lo que tienen suficiente plasticidad para la manipulación en la técnica directa, son estéticamente aceptables y poseen la capacidad de adherirse a la estructura dental por métodos adhesivos. Esto logra mantener la estructura dental sana y así impulsar el progreso hacia una odontología mínimamente invasiva.⁶

3.2 La resina en el campo de la odontología

Es un material multifase desarrollado por una combinación de materiales que difieren en forma o composición, ya que mantienen sus propiedades y permanecen unidos entre sí.⁶

3.2.1 Matriz orgánica: Formada por:

- Sistema de monómeros: BIS- GMA + controladores de la viscosidad.
- Iniciador de polimerización: Canforoquinona.
- Agente reductor.
- Sistema acelerador. Absorbentes de luz por debajo de 350 Nm.^{5,6,7}

3.2.2 Relleno inorgánico: Dependiendo de su composición química, morfología y tamaño, se utilizan diversas partículas de relleno, la mayoría de ellas sílice, así como aluminosilicatos de litio y borosilicato.^{5,6,7}

3.2.3 Agente de unión: Silano. – la molécula bifuncional tiene 2 grupos, el conjunto silánicos (unión iónica con SiO₂) y conjuntos metacrilatos (unión covalente con la resina).^{5,6,7}

La matriz orgánica es responsable de la contracción de la polimerización, mientras que el relleno es responsable de las propiedades mecánicas y físicas, por lo que es un objetivo básico incorporar el mayor porcentaje de relleno posible.^{5,6,7}

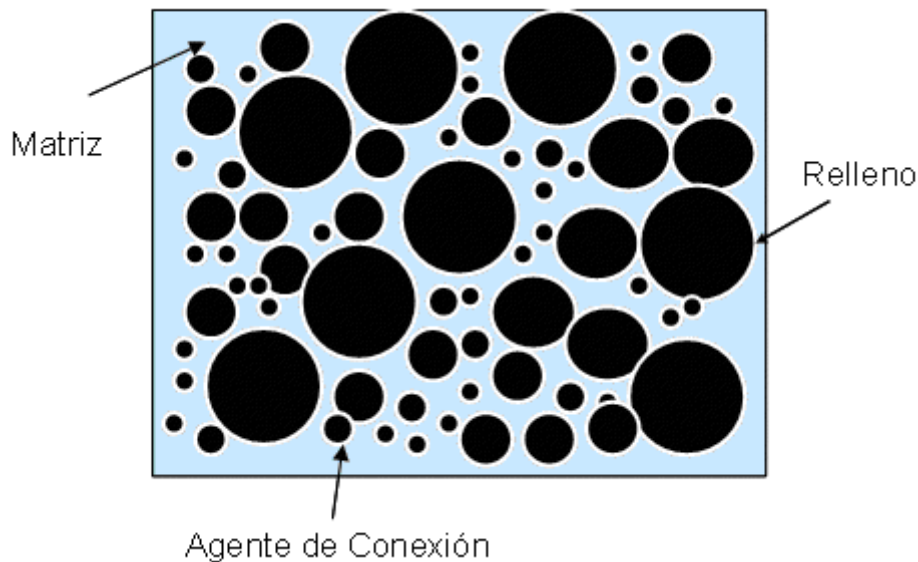


Figura 1: Componentes de las resinas.

Fuente: Rodríguez G, Douglas R, Pereira S, Natalie A. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta odontol. venez v.46 n.3 Caracas dic. 2008

3.3 Clasificación de las resinas compuestas

Willems y col (1992). Propusieron un sistema de clasificación que proporciona información acerca de varios parámetros, tales como el porcentaje de cargas inorgánicas (por volumen), tamaño de partícula, rugosidad de la superficie, el módulo de Young y resistencia a la compresión.^{6,7}

Comprende cinco Categorías: (Tabla 2)

3.3.1 Resinas de Macrorelleno

Presentan partículas de relleno con un tamaño promedio entre 10 y 50 μm . Estas resinas fueron ampliamente utilizadas, debido a la abrasión preferencial de la matriz de resina, tienen un pobre desempeño clínico y un pobre acabado superficial, sin embargo, sus deficiencias justifican su uso irrazonable. Igualmente, la rugosidad afecta al bajo brillo superficial y produce una mayor

pigmentación. La resina de cuarzo y el vidrio de bario, estroncio fueron los rellenos más utilizados.¹⁰

3.3.2 Resinas de Microrelleno

Tienen un tamaño de partícula entre 0,01 y 0,05 μm y contienen cargas de sílice coloidal. Estas resinas funcionan clínicamente mejor en la zona anterior, donde la tensión masticatoria y las fluctuaciones son relativamente pequeñas, proporcionan un alto brillo superficial y dan a la restauración una alta estética. Sin embargo, cuando se aplican en la parte posterior, presentan desventajas por sus propiedades físicas y mecánicas, debido a que tienen un alto coeficiente de expansión térmica, un mayor porcentaje de absorción de agua y un menor módulo de elasticidad.^{.8,10}

3.3.3 Resinas Híbridas

Estos materiales compuestos están fortalecidos por la fase inorgánica del vidrio de diferentes composiciones y tamaños, con partículas que varían en tamaño de 0,6 a 1 μm , e incorporan 0,04 mm de sílice coloidal.^{.8,9,10}

Los aspectos que caracterizan a estos materiales son:

- Presentan variedad de colores
- Capacidad de mimetización con la estructura dental
- Sorción acuosa baja
- Contracción de polimerización menor
- Características de texturización y pulido excelentes
- Abrasión y desgaste
- Coeficiente de expansión térmica
- Presenta valores de translucidez y opacidad.^{.8,9,10}

3.3.4 Híbridos Modernos

Presentan partículas que oscila entre 0.4 μm a 1.0 μm , provee resistencia al desgaste y propiedades mecánicas apropiadas. No obstante, presentan desventajas para conseguir un pulido y brillo superficial ya que se pierde con rapidez. Además, presentan un alto porcentaje de relleno de partículas sub-micrométricas (60% en volumen).

3.3.5 Resinas de Nanorelleno

El tamaño de partícula en la resina es inferior a 10 nm (0,01 μm) y el relleno se dispone o agrupa individualmente en "nano grupos" o nano agregados de aproximadamente 75 nm. El uso de la nanotecnología permite que el material compuesto obtenga una alta traslucidez, excelente grado de pulido similar a la resina de micro relleno, pero mantiene las mismas propiedades físicas y resistencia al desgaste que la resina híbrida. Por estas razones, tienen aplicaciones en la parte anterior y posterior de la cavidad bucal. ^{8,9,10}

Tabla 2. Clasificación de las resinas compuestas

TIPO DE RESINA	TAMAÑO(UM)	MATERIAL
Macro relleno	10-40	Vidrio o cuarzo
Micro relleno	0.01- 0.1	Sílice coloidal
Hibrida	15-20 y 0.01-0.05	Sílice coloidal, vidrio
Híbridos modernos	0.5-1 y 0.001- 0.05	Zirconio, vidrio, sílice coloidal
Nano relleno	Menor 0.01(10nm)	Zirconio o sílice

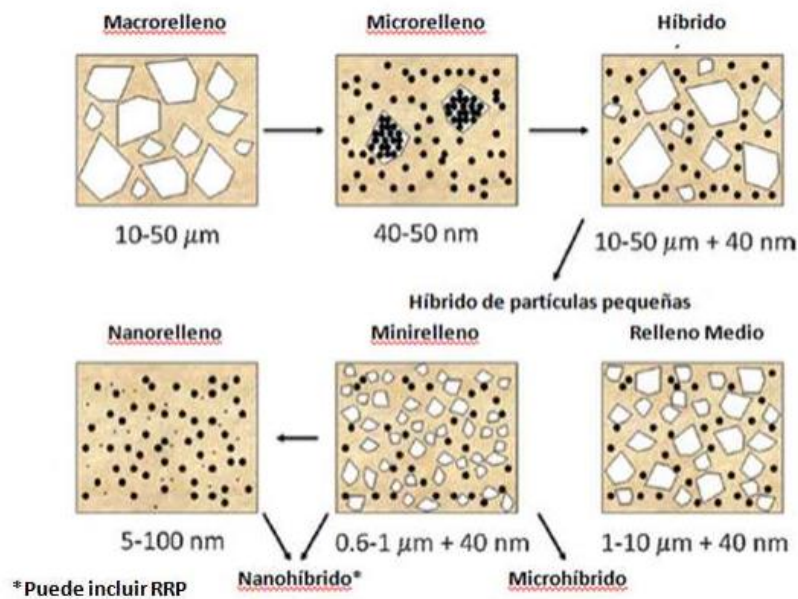


Figura 2: Resinas basadas en partículas de relleno.

Fuente: Clasificación de las resinas compuestas según el tamaño de las partículas de relleno. Ferracane J, Resin composite—State of the art. Dent Mater .2011;27(1):29-38.

3.4 PROPIEDADES DE LAS RESINAS COMPUESTAS

3.4.1 Resistencia al Desgaste

La resina compuesta tiene la capacidad de resistir la pérdida de superficial, como consecuencia del roce con la estructura dental, debido al bolo alimenticio o elementos tales como las cerdas de cepillo. Con el tiempo, los defectos se producen debido a la pérdida de la forma anatómica de la restauración, lo que reduce su vida útil. Esta propiedad depende del tamaño, forma y contenido de las partículas de relleno, así como la relación de contacto oclusal y localización.^{9,10}

Leinfelder y col. Explican que este fenómeno es causado por la pérdida de partículas de la superficie llamado " **plucking out** ". El módulo de elasticidad es menor que las partículas de relleno. Por tanto, las partículas que constituyen el relleno hacen que el material sea más resistente al desgaste. Comprimen la matriz en el momento de la presión, lo que hará que las partículas y el agente de acoplamiento de silano se separen, exponiendo así la matriz y facilitando su desgaste.^{9,10}

3.4.2 Textura Superficial

Se define como la uniformidad de la superficie del material utilizado en la restauración, lo que indica que el estado liso de la superficie de la resina compuesta está relacionado con el tipo, tamaño y número de partículas, y en segundo lugar con una técnica correcta de pulido y acabado. La superficie rugosa de la restauración actúa como un estímulo mecánico en los tejidos gingivales, lo que es beneficioso para la acumulación de placa bacteriana. La fase de pulido de una restauración dental consigue energía superficial menor, la capa inhibida eliminada y evita el apego de placa bacteriana, de tal forma se prolonga en el tiempo la restauración de resina compuesta. Además, las resinas compuestas de nano relleno proporcionan un mayor brillo superficial alto.^{8,9,10}

3.4.3 Coeficiente de Expansión Térmica

El coeficiente de expansión térmica de la resina convencional es mayor que el de la estructura dental, lo cual es característico porque el rango de temperatura que puede soportar la restauración es de 0°C a 60°C. Cuanto más se acerque el coeficiente de expansión térmica de la resina al coeficiente de expansión térmica del tejido del diente, no se formará brechas entre la restauración y el diente, y cuanto menor sea el coeficiente de expansión térmica se relaciona con la adaptación marginal.¹⁰

3.4.4 Expansión Higroscópica y Sorción Acuosa.

Las resinas Híbridas otorgan baja sorción acuosa, esta propiedad tiene relación con la cantidad de agua adsorbida por la superficie y absorbida por la masa de una resina en un lapso de tiempo y la expansión está relacionada a la sorción. La interacción de la resina con el agua, puede provocar solubilidad de la matriz afectando las propiedades de la resina conocido como degradación hidrolítica. Una propiedad de la fase orgánica es la sorción, a mayor proporción de relleno, menor será la sorción de agua.^{10,11}

3.4.5 Resistencia a la Fractura

Resistencia máxima es la tensión necesaria para provocar una fractura en la restauración. Los composites presentan otras resistencias a la fractura y dependerá de la cantidad de relleno, por lo tanto, las resinas alta viscosidad tienen mayor resistencia a la fractura ya que absorben y distribuyen el impacto de las fuerzas de masticación de mejor manera.^{9,10,11}

3.4.6 Resistencia a la Tracción y Compresión

La resistencia a la compresión y tracción son similares a la dentina porque están relacionadas con el porcentaje y tamaño de las partículas de relleno. La resistencia a la tracción y la compresión es mayor cuando el porcentaje y tamaño de las partículas son mayores.¹¹

3.4.7 Módulo de elasticidad

Se le define por la rigidez que presenta un material de restauración. Por lo tanto, un material que presente un módulo de elasticidad alto será más rígido; en cambio un material que presente un módulo de elasticidad bajo es más elástico. En las resinas compuestas también está relacionada la propiedad con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor módulo elástico.^{11,12}

3.4.8 Estabilidad del color

Las alteraciones de color de las resinas se llegan a producir por decoloración interna y manchas superficiales. La decoloración interna ocurre como efecto de un proceso de foto oxidación de componentes de las resinas como las aminas terciarias. Las manchas superficiales se producen por la penetración de colorantes que provienen de alimentos, café y cigarrillo, que pigmentan el material de restauración. De forma que las resinas más firmes al cambio de coloración son las fotopolimerizables, y las menos estables son aquellas químicamente activadas.

3.4.9 Radiopacidad

Los materiales de restauración presentan elementos radio opacos como, estroncio, zinc, circonio y bario. Los cuales permiten interpretar través de radiografías la presencia o ausencia de lesión cariosa alrededor o debajo de la restauracion.^{10,12}

3.4.10 Contracción de Polimerización

Uno de los inconvenientes de la resina es la contracción de polimerización. Las moléculas de una resina (monómeros) se hallan alejadas a una distancia promedio de 4 nm antes de polimerizar (Distancia de unión secundaria), al momento de polimerizar y formar uniones entre sí, esa distancia tiende a reducir 1.5 nm (distancia de unión covalente). Por lo tanto, ese acercamiento de los monómeros (polímeros) provoca la reducción volumétrica del material.^{12,13}

3.5 Características de la polimerización

En las resinas compuestas, los monómeros contienen al menos un carbono de doble enlace y se convierten en polímeros y copolímeros mediante un sistema de iniciación. Por tanto, la polimerización es la conversión de oligómeros y monómeros en una matriz polimérica, que puede iniciarse de diferentes formas para formar los radicales libres que la inician. Cuando dos o más monómeros diferentes se polimerizan juntos, este material se denomina copolímero y sus propiedades físicas no solo están relacionadas con los monómeros, sino también con los enlaces entre ellos.^{11,12,13}

El inicio de la reacción implica la activación de un activador, que se separa para formar radicales libres. El radical libre es una molécula con un nivel de energía más alto que puede impartir el mismo estado a otra molécula a través de la colisión. Cuando el radical libre está conectado al carbón de unión en el monómero, el radical libre forma un par con un electrón del doble enlace, de modo que el otro miembro del par de carbonos se convierte en un nuevo radical libre, lo que hará que la reacción continúe.^{12,13,15}

a cabo en cuatro formas diferentes: calor, química (auto polimerización), luz UV y por luz visible.

El proceso de polimerización de resina compuesta puede llevarse a cabo en cuatro formas diferentes: calor, química (autopolimerización), luz UV y por luz visible.^{12,13}

- En sistemas activados térmicamente, el peróxido de benzoilo se separará para formar radicales libres cuando se exponga al calor.

- En los sistemas activados químicamente, las aminas terciarias utilizadas como donantes de electrones se utilizan para descomponer el peróxido de benzoilo en radicales libres.
- En el sistema ultravioleta, la fuente de radiación a 365 nm irradia éter metilbenzoico al 0,2% y luego lo convierte en radicales libres sin la presencia de aminas terciarias.
- En el sistema de activación por luz, una fuente de luz entre 420 y 470 nm excitará la canforquinona(CQ), y el contenido es de 0.03% a 0.1%. Cuando es excitada la canforquinona, reacciona con las aminas terciarias y comienza a formar radicales libres.^{12,13,15}

3.6 Factores Que Intervienen En La Polimerización De Composites

Una serie de factores intervienen en la polimerización del material de restauración.^{14,15}

Factores relacionados con el material:

- **Tipo de fotoiniciador:** La canforquinona es la más utilizada, con su pico de absorción máximo a 468 nm. Aunque se utilizan otros métodos como PPD (1-fenil1.2-propanodiona) para reemplazar la canforquinona cuando se logra una restauración estética, porque la canforquinona dejará un tinte amarillo claro en la resina.
- **Color:** Dado que los pigmentos menos transparentes provocarán la dispersión de la luz, los pigmentos más oscuros tienen un efecto de polimerización más pobre.
- **Espesor de capa:** El espesor máximo de cada capa de composite no debe superar los 2 mm, porque cuanto mayor es el espesor de la capa, mayor es la contracción de polimerización.^{14,15}

Factores que presentan relación con el foco de luz:

- **Distancia:** La eficacia de la radiación luminosa es inversamente proporcional a la distancia. De manera que, si al modificar la distancia entre la luz y la superficie a polimerizar, existirán grandes pérdidas de intensidad lumínica. Es decir, la fuente de luz debe permanecer lo más cerca posible del material de restauración.
- **Longitud de onda:** Debe cubrir el pico máximo de activación de los diferentes tipos de foto iniciadores.
- **Intensidad:** La intensidad mínima que debemos conseguir de las unidades de foto activación del composite es 350-400 mW / cm².
- **Tiempo de exposición:** regularmente, entre 20-40 segundos, dependiendo de la unidad de fotopolimerización a utilizar.¹⁵

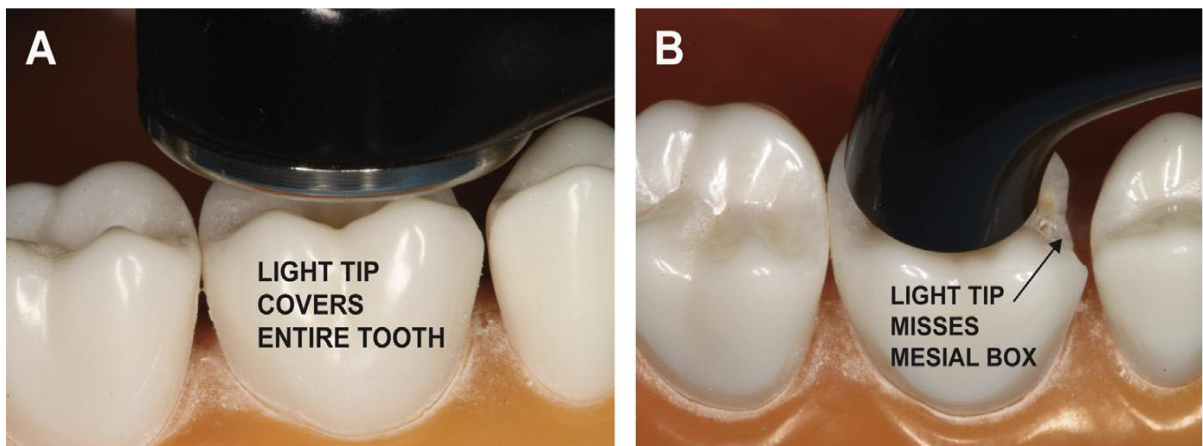


Figura 3: A. Una punta de luz grande y de diámetro amplio cubre todo un molar. B. La punta de luz más pequeña y de diámetro estrecho requerirá múltiples exposiciones para un molar.

Fuente: Price R. Light Curing in Dentistry. Dent Clin North Am. 2017;61(4):751-778.

3.7 RESINAS BULK FILL

Los fabricantes han producido una serie de materiales RBF que se pueden colocar en incrementos únicos o múltiples. En un período de tiempo relativamente corto, han entrado en el mercado muchas resinas y se han comercializado, cuya profundidad ha aumentado de 4 a 10 mm. La colocación de estos incrementos puede reducir el tiempo necesario para colocar las siguientes resinas en bloque, lo que reduce la sensibilidad de la técnica.¹⁶

Por otro lado, desde hace algún tiempo, un nuevo material llamado "Resina Bulk Fill" (RBF) ha utilizado una técnica denominada "Monobloque " o "Monoincremental" en los mercados nacionales e internacionales. Usados juntos, se pueden agregar hasta 4 mm a la vez. Es una técnica simple ya que el tiempo clínico es más corto y la tasa de contracción de la polimerización también es menor, al tiempo que mantiene sus propiedades mecánicas esperadas durante el proceso de reparación directa.¹⁷

RBF activada por luz visible optimizada para una restauración fácil y rápida de los dientes posteriores. Este material de relleno de bloques tiene una excelente resistencia y bajo desgaste. Los tonos son semitranslúcidos y se polimerizan con un estrés mínimo, lo que proporciona una profundidad de polimerización de 5 mm..¹⁸

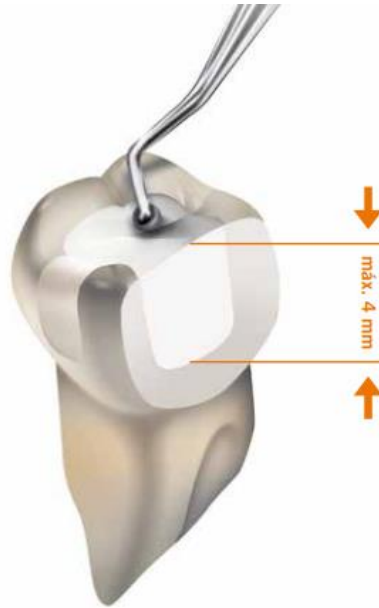


Figura 4: Espesor de resina Bulk.

Fuente: https://www.voco.dental/es/portaldata/1/resources/products/folders/es/admira-fusion-x-tra-flow_fol_es.pdf

3.8 CLASIFICACIÓN DE RESINAS BULK FILL

3.8.1 Según Su Aplicación, Uso y Viscosidad.

- Resina Bulk Fill de Viscosidad fluida utilizada como base cavitaria.
- Resina Bulk Fill de viscosidad fluida, utilizada como material de restauración directa.
- Resina Bulk Fill de viscosidad normal utilizada como material de restauración directa.^{2,19}

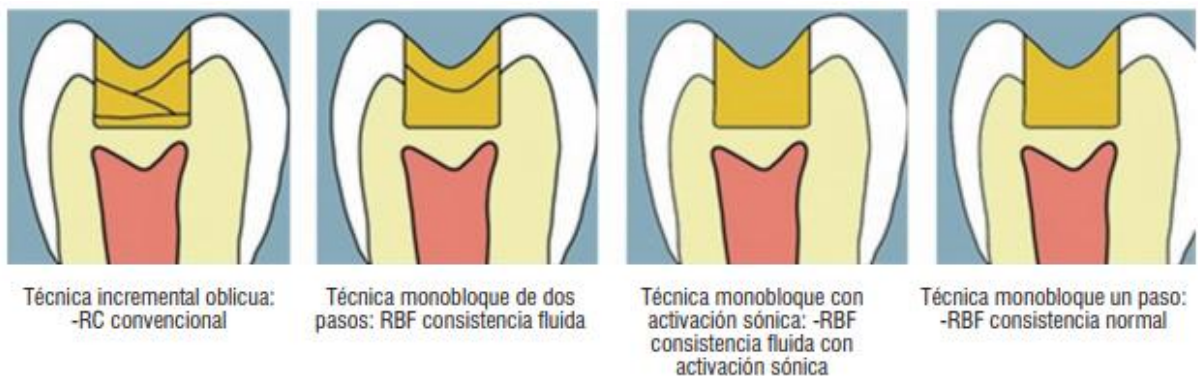


Figura 5: Ilustración de la técnica incremental oblicua de resinas convencionales y de los tres tipos de técnicas de aplicación de Resinas bulk fill.

Fuente: Corral C.2015²

3.8.2 Indicaciones de uso

- Restauraciones anteriores y posteriores directas
- Base /liner
- Restauraciones directas e indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas
- Reconstrucción de muñones
- Ferulización
- Reconstrucción en dientes deteriorados
- Sellado de surcos y fisuras en molares y premolares
- Reparación de defectos en restauraciones de porcelana, esmalte y temporales.^{18,19}

3.8.3 Características y ventajas de la resina Bulk fill

- En comparación con la amalgama de plata, la RBF tiene mejores propiedades estéticas.
- Cuando se usa RBF para la restauración, la preparación del diente es conservadora, lo que puede reducir el desgaste del tejido dental normal.
- Reducir la sensibilidad técnica durante la preparación de los dientes y reducir el riesgo de alergia al metal en los pacientes.
- Aumentar el grosor de capas con RBF puede reducir la contracción de la polimerización y la tensión de contracción, tiempo de operación en el consultorio, la sensibilidad de la técnica y mejora la eficiencia operativa.
- Las microfugas reparadas por la RBF son significativamente menores que las de la reparación de resina compuesta tradicional.²⁰

3.9 Propiedades de la resina Bulk fill

En la aplicación clínica, las propiedades de la resina Bulk Fill incluyen propiedades mecánicas, tasa de conversión, contracción de polimerización, tensión de contracción, profundidad de polimerización, propiedades estéticas y propiedades biológicas.²⁰

3.9.1 Profundidad de Polimerización

Representa algunas de las características relevantes de este tipo de resina, es decir, obtener una profundidad de polimerización suficiente con un incremento de resina de 4 mm o mayor según lo indicado por el fabricante

La mayoría de los materiales RBF en el mercado son claramente fotopolimerizables, aunque algunos son de curado dual. Los fabricantes han pretendido aumentar la profundidad de curado mediante una variedad de métodos que incluyen:

- Reducir el contenido de relleno.
- Aumento del tamaño de las partículas de relleno.
- El uso de fotoiniciadores adicionales (Ejemplo Ivocerin).^{2,19}

3.9.2 Contracción de polimerización

Un inconveniente inherente de la reacción de polimerización que se presenta en las resinas convencionales es la contracción y la tensión en el material. La dimensión de la tensión está mediada por factores como la rigidez, su capacidad para liberar la tensión y su velocidad de polimerización. Según los informes, este tipo de efecto de tensión de polimerización provoca varios problemas, como flexión cuspídea, fractura de dentaria y filtración.^{2,19}

3.9.3 Propiedades mecánicas

Una de las funciones transcendentales es restaurar la función masticatoria de los dientes, por lo que las propiedades mecánicas de las RBF son muy importantes, además son un factor significativo para medir su desempeño en aplicaciones clínicas. Las propiedades mecánicas de RBF incluyen dureza, resistencia, módulo de elasticidad, viscoelasticidad y propiedades de flexión. Las propiedades mecánicas de las resinas compuestas están relacionadas con el contenido de cargas inorgánicas. Cuanto mayor sea la relación de carga, mejores serán las propiedades mecánicas. Actualmente, las proporciones de varios RBF utilizados en la práctica clínica son diferentes. Para resinas Bulk Fill de baja viscosidad (relación de relleno 64%-75%), para resina de Bulk de alta viscosidad (relación de relleno 74%-87%).²⁰

3.9.4 Tasa de conversión

La tasa de conversión tiene una influencia importante en las propiedades mecánicas y la biocompatibilidad de los materiales de resina compuesta. La dureza, la fuerza y la solubilidad están relacionadas con la tasa de conversión de los monómeros. La reducción de la tasa de conversión dará como resultado una disminución de las propiedades mecánicas y un aumento del monómero. La tasa de conversión generalmente depende del material en sí y puede disminuir a medida que aumenta el contenido de relleno opaco.^{20,21}

3.9.5 Rendimiento estético

Cuando se utiliza RBF para restaurar el tejido dental, la elección del color, la estabilidad y la transparencia del material pueden afectar el efecto de restauración. Debido al menor contenido de relleno de las resinas, en comparación con las resinas compuestas tradicionales con cargas mixtas, tienen una estética más pobre, menor resistencia al desgaste, mayor rugosidad de la superficie y un pobre rendimiento de pulido. Por lo general un solo color o solo unos pocos colores están disponibles. Para profundizar la transmisión de la luz, las RBF son más transparentes que los tradicionales, lo que lo hace adecuado para hacer que la transmisión de la luz sea más profunda. Se recomienda utilizar resina bulk fill como capa interior, y utilizar resina compuesta tradicional como capa exterior para obtener mejores características de color, apariencia y pulido.²⁰

3.9.6 Desempeño biológico

La toxicidad y biocompatibilidad indican que ciertos componentes liberados por los materiales de resina pueden tener citotoxicidad, mutagenicidad, carcinogenicidad, teratogenicidad y genotoxicidad. Estos componentes pueden destruir las propiedades biológicas del material de resina. Los materiales con buena biocompatibilidad conviven con los tejidos vivos sin causar daño. Los materiales de reparación que son biológicamente incompatibles o no tóxicos para las células pueden causar respuestas tisulares adversas a corto y largo plazo, que van desde la sensibilidad posoperatoria hasta el daño irreversible de la pulpa. Las RBF actualmente en el mercado tiene una biocompatibilidad y citotoxicidad similares a las resinas compuestas tradicionales.²⁰

3.10 LÁMPARAS DE FOTOPOLIMERIZACIÓN

A principios de la década de 1970 aparecieron las lámparas de fotopolimerización. Desde entonces, no ha habido una restauración de composite sin dicho equipo, que se considera uno de los mayores avances de la odontología contemporánea. Inicialmente, eran solo lámparas que emitían rayos ultravioleta invisibles, pero fueron reemplazadas rápidamente por el sistema de luz azul visible que conocemos hoy.²²

Actualmente, las lámparas de fotopolimerización se han desarrollado cambiando su espectro de luz, forma ergonómica y potencia de polimerización con el fin de buscar mejorar la calidad fotopolimerizable de las resinas, que sin duda constituyen uno de los materiales actuales más

importante en la odontología, porque aportan adhesión y estética. Algunos materiales logran su reacción de endurecimiento mediante polimerización. Cuando la polimerización procede por adición, se requiere energía para activar la fase de iniciación. Por lo tanto, la reacción se puede completar convenientemente en poco tiempo. En la actualidad, existe una variedad de tecnologías para la foto activación de resinas compuestas:

- Lámparas halógenas.
- Lámparas de arco de plasma.
- Lámparas Láser.
- Lámparas LED (luz emitida por diodos).²²

3.10.1 Lámparas de luz ultravioleta.

Estas lámparas surgieron en los años 70, instrumental necesario para las restauraciones. Emite irradiación no detectable al ojo humano, pero su uso en el campo odontológico fue muy corto debido a su bajo poder de penetración de luz en los materiales restauradores, mostrando su poca eficiencia.²²

El primer intento de producir resinas fotopolimerizables fue utilizar radiación ultravioleta (UV) de aproximadamente 365 nm para activar el fotoiniciador, generando así radicales libres. Aunque la polimerización de reacción estaba ahora bajo el control directo del odontólogo, las longitudes de onda inferiores a 400 nm son "ionizantes" y pueden causar la formación de cataratas o cambios selectivos en la bioflora oral. Además, las longitudes de onda ultravioleta cortas no pueden penetrar profundamente en el compuesto de resina, y el incremento de resina está limitado a 1 mm de espesor en comparación con las resinas autopolimerizables. Esto aumentó el tiempo de tratamiento en la consulta para restaurar un diente y no resultó ahorro de tiempo.²³

Ahora se utilizan cuatro tipos de fuentes de luz azul para activar los fotoiniciadores que se encuentran en resinas dentales:

- Luces de cuarzo-tungsteno-halógeno (QTH)
- Arco de plasma
- Láser de iones de argón
- LED.

Estas 4 fuentes producen fotones de luz de diferentes maneras, y entregan diferentes espectros de emisión y longitudes de onda de luz.²³

3.10.2 Lámparas Halógenas

Las lámparas halógenas comenzaron a utilizarse a mediados de los años ochenta y hasta mediados de los noventa. Estas lámparas producen luz blanca y para producir luz de una longitud de onda específica, debe filtrarse. Como resultado, gran parte de esta radiación se desperdicia.²²

Se estima que las bombillas QTH pueden convertir hasta el 70% de la energía eléctrica en calor, solo el 10% de la energía eléctrica producirá luz visible y se emitirá del 0,5% al 2,0% de la entrada de energía emitida como luz azul. Aunque las luces QTH emite un amplio espectro de emisión, estos dispositivos emiten un poder radiante relativamente bajo y una irradiancia baja. Se necesitan de 30 a 60 segundos de tiempo de exposición para polimerizar completamente la resina de 2 mm de espesor. Además, la mayoría de estas luces funcionan con la red eléctrica y el ventilador de refrigeración hace mucho ruido.²³



Figura 6: Componentes de las lámparas halógenas.

Fuente: Melara A, Arregui M, Guinot F, Sáez S, Bellet L. Actualización de los diferentes tipos de lámparas de fotopolimerización. Revisión de la literatura. *odontol pediátr.*2008;3(16):140-152.

3.10.3 Lámparas de plasma (XENON ARC LAMPS PAC)

Estos instrumentos generan un potencial eléctrico alto entre los dos electrodos de tungsteno en la cámara con un gas inerte. que sería ionizado y reflejado en el interior de una cámara, de tal modo que se generaba un haz de radiación concentrada de una intensidad que puede llegar a los 2400mW/cm². Las lámparas PAC pueden concentrar longitud de onda de 460 a 480 nm similar a las lámparas halógenas, no obstante, según los fabricantes tenían una mayor profundidad de polimerización sin perjudicar la adaptación marginal.²²

Aunque las lámparas de plasma son excelentes para la fotopolimerización, también son caras, ruidosas, voluminosas, incómodas de transportar y no pueden funcionar con baterías. Como resultado, las luces plasma se han vuelto menos populares en los últimos años.²³

3.10.4 Lámparas de luz laser

Charles W. Hull en 1986, inventó el láser de argón, debido a la capacidad de este dispositivo, el tiempo de trabajo se puede acortar, lo que aumenta el coeficiente de conversión y tiene una alta especificidad para la longitud de onda de las partículas de energía emitidas. Aunque la reacción de polimerización es muy rápida, a diferencia de las lámparas halógenas, tiene el problema de que aumenta el encogimiento de la resina, provocando microfiltración y dolor postoperatorio para el paciente.²²

El láser de iones de argón produce varios picos de emisión muy fuertes en la región espectral azul y se considera una opción viable para LCU (Light Curing Unit) de alta irradiancia. Sin embargo, dado que ahora hay luces de polimerización LED (Light emitting diodes) de alto rendimiento, las luces de polimerización láser se han vuelto menos populares porque son caras, incómodas de transportar, tienen un espectro de emisión estrecho y no pueden funcionar con baterías.²³

Led De Primera Generación

El primer grupo de luces de polimerización LED azules son modelos de prototipos experimentales diseñados para probar el concepto de que pueden generar luz de la longitud de onda correcta y transmitir una cantidad suficiente de fotones, que son necesarios para la polimerización exitosa de resinas convencionales. Sin embargo, el único elemento LED disponible en ese momento tenía una potencia de salida muy baja. Esta menor potencia requería que los elementos LED individuales se dispusieran en una matriz física (típicamente de 8 a 64 en número), y la totalidad de la salida, junto con el uso de una punta turbo de aumento de irradiancia, proporcionó suficiente salida para competir con fotopolimerización QTH de compuestos basados en CQ.

Led de segunda generación

La razón del salto en la producción de LED para la odontología fue la disponibilidad de LED de área de alta emisión y tamaño reducido que se habían desarrollado para la industria de la iluminación. Ahora hay chips de un vatio, todos concentrados en un cuerpo, incluidas 4 áreas principales de iluminación, cada una de las cuales contiene 4 superficies emisoras de haz, un total de 16 áreas emisoras. La adición de este tipo de chips y los de mayor potencia (dispositivos de 5 vatios), aumentará en gran medida la salida de radiación y permitirá que el LED azul logre una fotopolimerización eficaz en un tiempo más corto. Con el avance de la tecnología de chips, los LED integrados con un consumo de energía de 10 y 15 vatios han aumentado aún más el valor de irradiancia y han permitido valores de exposición más bajos para optimizar la fotopolimerización de los materiales de reparación que contienen canforoquinona.²⁴

Tercera generación

El uso de fotoiniciadores alternativos para generar agentes para producir restauraciones de mayor valor de color, así como para proporcionar iniciadores altamente reactivos para ayudar a aumentar la profundidad de polimerización, especialmente para algunos productos de RBF, es necesario proporcionar energía de radiación para activar TPO y Ivocerin, que permite a los fabricantes integrar más de un color en conjuntos de chips LED. Para proporcionar una combinación de longitudes de onda púrpura y azul al mismo tiempo, una solución es utilizar un LED azul fuerte de alto voltaje en el centro, rodeado por 4 LED violetas convergentes de baja potencia.²⁴



Figura 7: Lámpara LED

Fuente: Melara A, Arregui M, Guinot F, Sáez S, Bellet L. Actualización de los diferentes tipos de lámparas de fotopolimerización. Revisión de la literatura. odontol pediátr.2008;3(16):140-152

3.11 Consideraciones Prácticas Para Las Resinas Dentales De Polimerización

- El límite entre un cierto grado de resina polimerizada y resina sin polimerizar se denomina profundidad de polimerización. Si el portalámparas se mantiene cerca de la superficie de la resina convencional, generalmente alcanza una profundidad de 2 mm para materiales compuestos de resina convencionales y de 4 a 6 mm para RBF.
- En casos de acceso comprometido, la profundidad de polimerización será menor.
- Por lo tanto, es importante no solo elegir solo un tiempo de exposición y luego usar el mismo tiempo para todos los procedimientos que implica el uso de fotopolimerización, ya que esto puede producir demasiada o muy poca energía, dependiendo de la ubicación, el tono o la marca de resina. En el pasado, se recomendaba utilizar un dispositivo QTH para irradiar con una intensidad de radiación mínima de 400 mW / cm² durante 60 segundos para agregar adecuadamente un espesor de 1,5 a 2 mm. Cuando la irradiancia se multiplica por el tiempo de exposición, esto indica que la irradiancia de 24 J / cm² debería ser suficiente para polimerizar la resina compuesta. Sin embargo, no existe una correlación real entre el tiempo de exposición y la irradiancia.
- Por tanto, si el fabricante recomienda utilizar 500 mW / cm² o 20 J / cm² en 40 segundos para la polimerización, no significa que, si se utiliza 4000 mW / cm² en 5 segundos para la misma polimerización de resina obtendrá mejores resultados, en cualquier caso, la resina recibirá la misma exposición a la radiación de 20 J / cm². Sin embargo, la irradiancia más baja se puede compensar hasta cierto punto extendiendo el tiempo de exposición (por ejemplo, si se usa una irradiancia más baja, se usa luz fuerte o si se aumenta la distancia entre la punta de la luz y la superficie), pero se debe seguir las instrucciones del fabricante de la resina.²³

3.12 Efectos de la luz de polimerización sobre la temperatura de la pulpa dental y los tejidos blandos

El calor generado durante el proceso de reparación siempre ha sido una preocupación para médicos e investigadores. Durante décadas, varios estudios han investigado el calor de la temperatura en la cavidad pulpar, generado por el uso de piezas de mano de velocidad lenta y alta para preparación de cavidades, materiales de reparación exotérmica, acabado y pulido de restauración. Recientemente, a medida que ingresan al mercado nuevos dispositivos de polimerización LED con valores de salida de radiación superiores a 2000 mW / cm², el calor generado por estos dispositivos se ha convertido en un problema clínico importante.²⁴

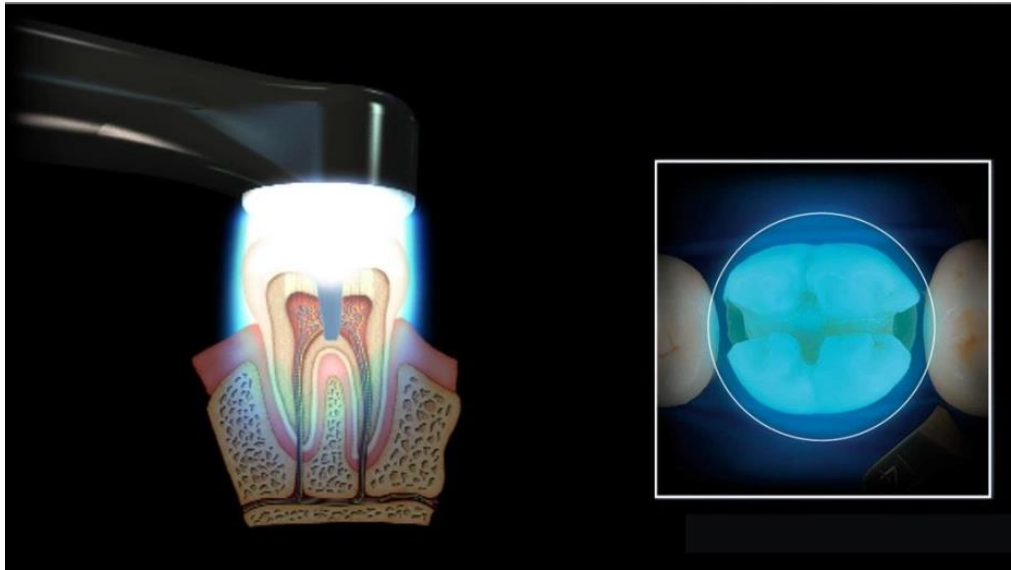


Figura 8: Efecto de la luz sobre la pulpa.

Fuente: <https://ultradentla.wordpress.com/2017/11/01/consenso-sobre-el-uso-de-resinas-bulk-fill/>.

3.13 Efectos del calor sobre la temperatura de la pulpa

La pulpa dental es un tejido muy vascularizado y contiene el principal sistema regulador de la distribución del calor en el diente, capaz de disipar el calor transferido al complejo dentina / pulpa por estímulos térmicos externos. Los efectos del calor sobre la pulpa están bien documentados en la literatura. Basándose en observaciones microscópicas de la pulpa dental viva, Pohto y Scheinin concluyeron que los procedimientos terapéuticos en odontología pueden provocar fácilmente un aumento de la temperatura del diente hasta el punto de que pueden producirse cambios irreversibles en la pulpa.²⁴

3.14 La Irradiancia (mW / cm 2)

Se define como la potencia radiante (mW) en el área de la punta (cm 2) donde se emite la luz y se considera un factor clave que induce más enlaces carbono-carbono a lo largo del tiempo.

- La luz insuficiente puede causar diversas complicaciones postoperatorias, como fuga marginal, decoloración y posterior desintegración. Como resultado, la restauración falla.
- La alta irradiancia también puede causar daños en los tejidos blandos y la pulpa, especialmente en las cavidades profundas.

- La exposición a la radiación (también conocida como "dosis de luz") también puede tener un gran efecto en la conversión de resina. No es más que el producto de la irradiancia y el tiempo de exposición (mJ / cm^2).
- Debido a diferentes factores, la irradiancia de la unidad de fotopolimerización (LCU) cambiará con el tiempo y eventualmente disminuirá. Además de los desechos relacionados con la guía de luz o el chip LED, los desechos adheridos a la tapa de la lámpara reducirán la irradiancia de la luz emitida.²⁵

3.15 Profundidad de polimerización según ISO 4049

La Organización internacional de estandarización (ISO) que Indica los requisitos mínimos El formato de prueba estándar para composites dentales es ISO4049. Se indica que la forma del cuerpo de prueba debe estar hecha de acero inoxidable con un diámetro interior de 4 mm y una longitud igual al doble de la profundidad de polimerización especificada por el fabricante más 2 mm. Por ejemplo, si el fabricante declara que la profundidad de polimerización de la resina compuesta es de 3 mm, la primera debe ser de 8 mm. La profundidad de polimerización determina el espesor del cuerpo de resina fotopolimerizable mientras se mantiene una conversión de monómero aceptable ($> 50\%$).²⁶

De acuerdo con los requisitos, la norma ISO 4049 estipula que la profundidad de polimerización de la resina compuesta mínima debe ser de 1,5 mm, y la diferencia en la polimerización no debe ser inferior al valor indicado por el fabricante en más de 0,5 mm. Muchos tipos de materiales dentales requieren fotopolimerización, en este proceso, la fuente de luz juega un papel clave para realizar la fotopolimerización completa de los materiales.²⁶



Figura 9: Matriz metálica de acero inoxidable, ISO 4049.

Fuente: Gutiérrez A, Pomacóndor C. Comparación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas bulk fill obtenida con dos unidades de foto activación LED: polywave versus monowave. Odontol. Sanmarquina 2020; 23(2): 131-138.

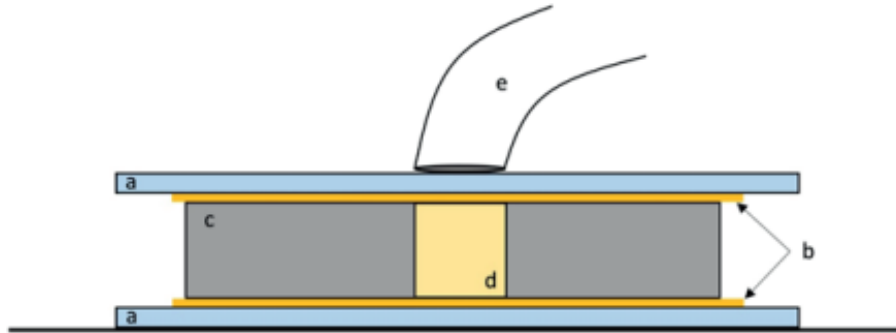


Figura 10: Esquema que ilustra el método ISO 4049. a: lámina portaobjetos de 1 mm; b: cinta matriz de poliéster; c: matriz metálica de 4 - 10 mm de diámetro y altura respectivamente; d: cuerpo de RBF; e: punta de unidad de foto activación.

Fuente: Gutiérrez A, Pomacóndor C. Comparación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas bulk fill obtenida con dos unidades de foto activación LED: polywave versus monowave. Odontol. Sanmarquina 2020; 23(2): 131-138.

3.16 Micro dureza Vickers

Para precisar la profundidad de polimerización con base en las mediciones de dureza superior e inferior, se suele calcular la relación de dureza inferior / superior y se le da un valor mínimo de la relación para que se considere que la superficie inferior se ha polimerizado correctamente. Se suelen utilizar valores de 0,80 y 0,85. Para lograr resultados agradables, de acuerdo con la norma ISO 4049, el promedio debe ser el 80 % de la dureza superficial de la superficie inferior, con respecto a la superficie superior. La diferencia entre las dos medidas es superior al 80% cuando está completamente polimerizado, por lo tanto, una correlación más baja revela que el material otorga un polimerizado deficiente.^{27,28}



Figura 11: Indentación Vickers.

Fuente: Malaga J. Técnicas de fotopolimerización complementaria en la evaluación de la microdureza en una resina compuesta de nanopartículas. KIRU. 2016;13(1):51-59.

4. RESULTADOS

4.1 Diagrama de flujo

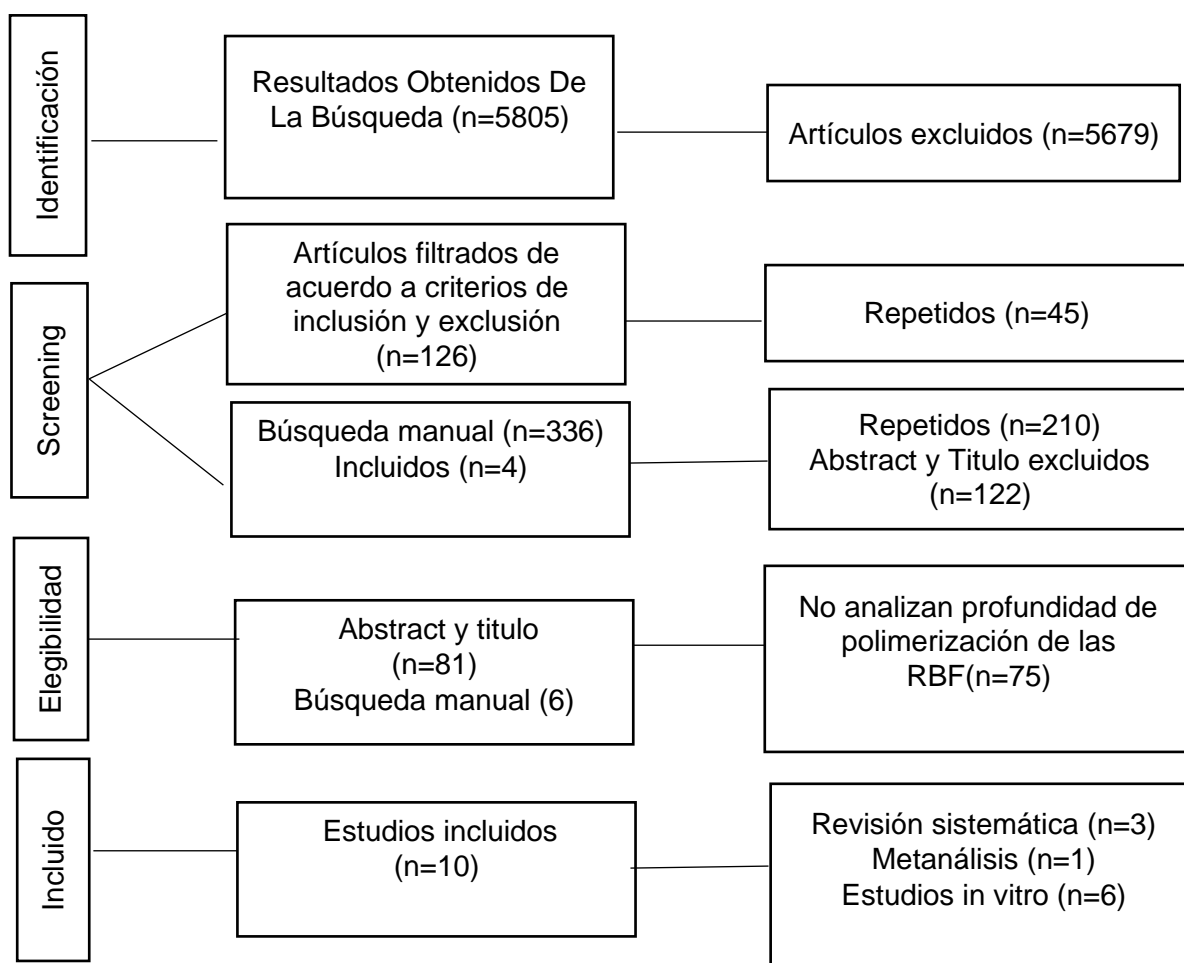
La identificación, la elegibilidad y la inclusión de artículos se desarrolló de acuerdo con las pautas de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas.

La búsqueda de base de datos dio como resultado 5805, luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión se obtuvo un total de 126 artículos, de estos, 45 fueron repetidos. Posteriormente 75 artículos fueron excluidos después de leer el título y el resumen por no cumplir con el análisis de la variable profundidad de polimerización de las resinas Bulk Fill, al final 6 estudios potencialmente elegibles que sumados a los 4 que arrojó la búsqueda manual se leyeron en detalle siendo un total de 10 artículos que fueron utilizados para la evaluación de calidad o riesgo de sesgo. (Tabla 3)

4.2 Descripción de los estudios

Los tipos de artículos incluidos son: 3 de revisión sistemática, 1 metaanálisis, 6 estudios in vitro.

Tabla 3. Diagrama de flujo general con palabras clave: depth, composite resin, dental restoration, viscosity.



4.3 Extracción de datos

Se utilizaron fichas bibliográficas para extraer los datos más importantes de estudios. Los datos incluidos fueron nombre del autor, año de publicación, Tipo de resina bulk fill o convencional evaluado, Tono de resina, Profundidad de polimerización, Distancia de polimerización, método utilizado, unidad de foto polimerización (modelo), irradiancia (mW/cm²), tiempo de exposición (segundos), Riesgo de sesgo. Estos Los datos fueron agrupados y presentado en tablas, que muestran la distribución de resultados de cada artículo. (Tabla 4).

Conjuntamente, los árboles de búsqueda con todas las palabras claves se encuentran en el anexo 1, el análisis de calidad y riesgo de sesgo se encuentran incluidos en los anexos 2,3,4.

4.4 Análisis de riesgo de sesgo

Para evaluar la calidad de los artículos incluidos en la presente revisión sistemática se usó la Declaración Prisma para la revisión sistemática y metaanálisis y la Escala peDRO para los estudios in vitro. Un operador único hizo el análisis de sesgo de los estudios. (Anexo 2,3)

Se realizó el análisis de cada elemento específico según la herramienta, si cumplía con el criterio se consideró positivo, recibió "Sí" y se asignó 1 punto, pero si no cumplía se asignó un "No" y 0 puntos. Finalmente, el riesgo de sesgo en los estudios in vitro fue establecido en base al número de "Sí" obtenido para cada estudio específico, considerando los siguientes rangos: de 1 a 3 (alto riesgo de sesgo), 4 a 5 (riesgo medio) y 6 a 7 (riesgo bajo). (Anexo 4)

Para las revisiones sistemáticas se estableció diferentes rangos: 1 a 9 (alto sesgo), de 10 a 19 (sesgo medio), y de 20 a 27 (sesgo bajo). (Anexo 4)

Autor (es)	Tipo de resina		Distancia de polimerización (mm)	Lampara de fotopolimerización	Irradiancia (mw/cm2)	Tiempo de exposición (segundos)	Profundidad de polimerización (mm)/(sd)	Riesgo de sesgo
	Bulk fill/Convencional	Color						
Daugherty M. et al.2018. ²⁹	BB	Universal	N/A	FlashMax-P3	≥2000	3/9	4	Bajo
	FB	A2					3.6	
	SF	A2		Paradigma	<2000	10/20	3.2	
	TECBF	IVA		SPEC3	≥2000	3/20	4	
	VBF	universal					4	
	Z250 *	A2					2.5	
Jang J y cols.2015 ³⁰	TNCBF	N/A	N/A	Bluephase	700	20	5.73	Bajo
	VBF						1.16	
	SDR						1,73	
	TF *						6.90	
	GUF *						1.51	
	FS *						4.96	
Benetti A. y cols.2015 ³¹	TECBF	N/A	N/A	Bluephase	950±50	20	3.82 (+/-0.08)	Bajo
	SF						3.43 (+/-0.07)	
	VBF						5.57 (+/-0.28)	
	SDR						4.34 (+/-0.15)	
	XTB						5.68 (+/-0.21)	
	TEC *						2.90 (+/-0.28)	
Owens B. et al.2015 ³²	SF	A1	N/A	luz de diodo emisor de luz (LED)	N/A	20	5.00 (+/-0.00)	Bajo
	SF	A3					4.56(+/-0.19)	
	HU*	A1					3.12 (+/-0.28)	
	HU*	A3					3.97 (+/-0.20)	
Yap A. y cols. 2016 ³³	BB	A	N/A	BlueShot LED (Shofu)	700±0	20	3.5(+/-1.54)	Bajo
	BB	Universal					4.0 (+/-1.90)	
	SDR Fluida	universal					4 (+/-0.37)	

	TNCBF	Univer sa I					4 (+/-0.89)	
	EXP	universal					3.66 (+/-1.16)	
	ZFR *	A2					2,54 (+/-1.65)	
	ZFF *	A2					2.5 (+/-0.49)	
Hamlin N y cols.2016 ³⁴	SF	A2	0	Bluephase G2	2186	20	3,5	Bajo
			1,5		2068			
	HU *		5		1747			

ABREVIATURAS: Beautiful Bulk (BB), Filtek bulk (FB), Sonic fill (SF), Tetric EvoCeram BF (TECBF), Venus Bulk Fill (VBF), Sure fill(SDR), Tetric N-Ceram bulk-fill (TNCBF), EverX posterior (EXP), Filtek Z250(Z250), Tetric N-Flow (TF), G-aenial Universal Flow (GUF), Filtek Supreme Ultra (FS), X-Tra Base(XTB), Tetric Evo Ceram(TEC), Filtek Z350 XT (ZFR), FiltekZ350 XT universal fluido (ZFF), Filtek TM Z250 XT(Z250).Herculite ultra(HU).

*Convencional

UNIDAD DE FOTOPOLIMERIZACION: FlashMax-P3 (CMS Dental), Paradigma (3M ESPE), SPEC3 (Coltene), Bluephase G2, (Ivoclar Vivadent), Bluephase (Ivoclar Vivadent).

El Análisis de sesgo o de calidad de las sistemáticas y metaanálisis se analizaron con el check list de PRISMA (Anexo 3 y 4), se determinó que todos tienen sesgo bajo como lo indica la tabla 5.

TABLA 5. ANÁLISIS DE SESGO SISTEMÁTICAS	
Escala prisma	
Figueiredo A. et al 2017. ³⁵	Sesgo bajo
Wanderley R. et al 2018. ³⁶	Sesgo bajo
Kruly P. el al 2018. ³⁷	Sesgo bajo
Cidreira L, et al 2019. ³⁸	Sesgo bajo

Tabla 6: Profundidad de polimerización de resina las resinas compuestas					
Resina compuesta	PP Mínima (mm)	PP máxima (mm)	Tipo	Profundidad Recomendada	Fabricante
Tetric N-Ceram bulk Fill **	4	5.73	Alta Viscosidad	4	Ivoclar Vivadent
Sonic Fill **	3.2	5	Alta Viscosidad	5	Kerr
Tetric Evo Ceram BF **	3.82	4	Alta Viscosidad	4	IVOCLAR VIVADENT
Beautiful bulk**	3.5	4.0	Fluida	4	SHOFU
EverX Posterior **	3.66	3.66	Fluida	4	GC CORPORATION
Filtek bulk**	3.6	3.6	Fluida	5	3M ESPE
Venus Bulk Fill **	1.16	5.57	Fluida / Baja Viscocidad	4	HERAEUS KULZER
Sure, Fill SDR**	1.73	4.34	Fluida / Baja Viscocidad	4	DENTSPLY CAULK
X-Tra Base **	5.68	5.68	Baja Viscocidad	4	VOCO
Tetric Evo Ceram *	2.90	2.90	Viscosidad Baja	2	IVOCLAR VIVADENT
Filtek Z350 XT *	2.52	2.52	Fluida	2	3M ESPE
Filtek Z250 *	2.5	2.5	Baja Viscocidad	2.5	3M ESPE
G-aenial Universal Flow *	1.51	1.51	Fluida / Alta Viscosidad	2	GC CORPORATION
Herculite Ultra *	2.9	3.0	Fluida	2	Kerr
Tetric N-Flow *	6.90	6.90	Fluida	> 2	Ivoclar Vivadent
Filtek Supreme Ultra *	4.96	4.96	No Fluida	2	3M ESPE

* Resina convencional

** Resina Bulk Fill

PP: Profundidad de Polimerización

5. DISCUSIÓN

El presente estudio se comparó las resinas Bulk Fill con las convencionales debido que hasta el momento las convencionales son las Gold estándar.

La búsqueda de artículos científicos se realizó en una sola base de datos, PubMed, sin embargo, al llevar a cabo la estrategia de búsqueda y luego del análisis la información recogida, los artículos incluidos en la presente revisión solo alcanzaron el número de 10, siendo necesario la utilización de otras bases de datos para mejorar los resultados obtenidos.

Se utilizó “La Escala PEDro” debido a que evalúa la validez interna y presentación del análisis estadístico de los estudios, utilizada en los estudios “in vitro”.³⁹ Se consideró necesario eliminar 4 criterios de análisis debido a que no tenían relevancia para analizar la calidad de estudios in vitro, utilizando los 7 criterios restantes permitió tener la suficiente validez sobre la información incluida en los estudios para hacer que sus resultados sean interpretables.

La escala de la “Declaración PRISMA” tiene como objetivo buscar la transparencia de la información de las revisiones sistemáticas y metaanálisis y determinar un proceso de calificación científica de estos estudios.³⁹

Se analizó el diseño del estudio, la metodología y su fiabilidad (basada en la prueba mecánica realizada y el grado de información técnica disponible). En relación con la evaluación de la calidad metodológica, la mayoría de los estudios incluidos en esta revisión sistemática fueron clasificados como nivel de evidencia alto en los estudios in vitro y para revisiones sistemáticas y metaanálisis de nivel alto.^{39,29,30,31,33,34,51}

El cálculo del tamaño de la muestra tampoco se describió claramente, en cinco de los estudios, la muestra fue considerablemente pequeña y no fue clara, lamentablemente las muestras pequeñas no pueden destacar pequeñas diferencias en los resultados.^{39,29,30,31,33,34,51}

Con respecto a las resinas utilizadas dos de los estudios in vitro determinaron que las resinas fluidas o baja viscosidad presentaran mayor profundidad de polimerización que las de alta viscosidad.^{29,30} Sin embargo, algunos de los materiales utilizados en los estudios no cumplieron con los criterios de profundidad del fabricante.^{39,29,30,31,32,33,34,}

Todos los estudios in vitro utilizaron el método de ISO 4049 que consiste en un molde de metal para preparar muestras cilíndricas con una longitud de 6 mm, y a menos que el fabricante especifique la profundidad de polimerización, el diámetro es de 4 mm. Si el fabricante indica que la profundidad es de más de 5 mm el molde debe ser 2mm más largo que el indicado para la profundidad de polimerización deseada, mientras que la revisión sistemática combina éste con el de la micro dureza de Vickers.^{39,29,30,31,33,34,51}

El análisis de Vickers realiza una prueba de indentación en una máquina calibrada utilizando un penetrador de diamante de ángulo cónico, que tiene un ángulo específico de 136 °, y aplica una carga predeterminada en la superficie del material a probar. En 10 a 15 segundos, se medirá la

diagonal de la muesca después de retirar la carga. En los materiales dentales, la micro dureza superficial de los materiales se puede obtener sin ningún tipo de análisis, pero el análisis de Vickers es uno de los métodos de análisis más utilizados porque puede determinar la dureza de materiales muy frágiles (como los materiales dentales). Esta prueba puede medir láminas tan bajas como 0,2 mm. La micro dureza de la superficie es la dureza de un material bajo una cierta fuerza. Los valores de dureza Vickers del esmalte y la dentina se expresan como 348HV y 80HV, respectivamente.^{26,54}

El hecho de que los métodos analíticos sean los mismos en todos los estudios in vitro permite la creación de una tabla (Tabla 6) para obtener la profundidad de polimerización, mínima y máxima para el análisis de esta variable.

El rendimiento clínico de los compuestos de resina Bulk Fill es comparable a resinas convencionales en restauraciones posteriores directas. Los estudios incluidos en la presente revisión incluyen resultados similares con el uso de compuestos de RBF, independientemente del tipo (base / fluido). Los compuestos de RBF tienen una mayor translucidez y utilizan foto iniciadores más reactivos para lograr una mayor profundidad de polimerización. La mayor reactividad permite que el material se inserte en un espesor de 4-5 mm, y tiene un grado de polimerización y conversión. Estos factores son fundamentales para obtener unas propiedades mecánicas satisfactorias y, por tanto, aumentar la vida útil de la restauración.^{29,30,31,32,33,34}

La profundidad de polimerización del RBF fotopolimerizable depende de varios factores, incluida la sombra del material, las partículas de relleno (como el tipo, tamaño y volumen, composición química de la resina e intensidad y tiempo de la luz).^{29,30,31,32,33,34}

Actualmente existe una técnica convencional de restauración con resina compuesta para la zona posterior, que se realiza en forma de capas incrementales; sin embargo, algunos estudios dudan de que se pueda obtener el sellado marginal correcto y profundidad de polimerización.^{30,31}

El surgimiento de las resinas "Bulk Fill", que utiliza la técnica mono incremental o en bloque para aplicar un espesor de hasta 4-5 mm debería reducir el tiempo de restauración clínica conservando las propiedades propias de la resina compuesta.¹²

Surge de esta manera la pregunta PICO ¿Cuál es la profundidad de polimerización de resinas Bulk Fill en comparación con las resinas convencionales? (Tabla 1).

Varios estudios han analizado los valores de contracción de polimerización, flexión cuspídea, fuerza de unión microtensil, microfiltración, pero los estudios que han intentado dilucidar la profundidad de polimerización de las RBF obtienen resultados en muchos casos son difíciles de interpretar. Al restaurar con resinas convencionales usando técnica incremental la profundidad de polimerización es significativamente menor al compararla con las RBF que utiliza la técnica monobloque. El uso de la técnica monobloque de RBF supera algunas de las deficiencias que trae el uso de la técnica incremental, tales como: aumento de la posibilidad de contaminantes o

espacios entre incrementos, falla de adhesión y dificultades de aplicación, el tiempo clínico de aplicación de la resina será mayor y la fotopolimerización de cada incremento.^{2,29,30,31,32,33,34} Sin embargo, algunos estudios han demostrado que no todos los tipos de RBF cumplen con el límite de la norma ISO4049 para determinar la profundidad de polimerización.^{2,49,51}

La resina Beautiful Bulk Fill presenta una profundidad mínima de 3.5mm y profundidad máxima de 4.0 mm, esta profundidad no pareció estar muy influenciado por el tipo de viscosidad. La profundidad derivada de la técnica ISO fue mayor que el obtenido con el ensayo de micro dureza.^{29,33} Existe similitud con el estudio de Tsujimoto y cols.⁴⁰ que obtuvo una profundidad de polimerización inferior a la que recomienda el fabricante a la resina Beautiful bulk 3.42 mm foto polimerizando en un tiempo de 20 segundos, pero excedió los 4 mm de profundidad de polimerización después de 40s de fotopolimerización. De manera similar en el estudio de Min S y cols.⁴³ Beautiful Bulk obtuvo valores de 3.55 mm, utilizado el método de dureza Vickers, dependiendo de la distancia desde la superficie superior foto polimerizada hasta el final de la muestra.

Filtek Bulk Fill obtuvo valores de 3.6 mm, los fabricantes afirman que puede llegar hasta los 5 mm, pero sus valores están muy por debajo.²⁹ Otro estudio presenta valores similares en la resina, obteniendo profundidades de polimerización inferiores a la que recomienda el fabricante de Filtek bulk-fill con 3.57 mm, fotopolimerizando en un tiempo de 20 segundos, pero encontrando diferencias al ser polimerizado por 40 segundos ya que logra cumplir la profundidad de polimerización de 4 mm, al utilizar una unidad halógena de cuarzo-tungsteno.⁴⁰

Sonic Fill presentó una profundidad mínima y máxima de 3.2mm y 5mm respectivamente, todos con un tiempo de 20 segundos de fotopolimerización, pero utilizando diferentes métodos y unidad de polimerización.^{29,31,32,34}

García D. et al.⁴⁴ en su estudio determinó que solo Sonic Fill no cumple con la profundidad de polimerización necesaria, con valores de 3,46 mm, esta diferencia se debe a la menor penetración de la luz por el material, debido a pigmentos de la resina, algo que avala Alrahlah A.⁴⁹ quien demostró que se puede llegar a 5.03 mm. por la coincidencia del índice de refracción entre la resina y el relleno.

Tetric Evo Ceram BF presenta valores mínimos de 3.82 y máximos de 4mm de profundidad en compuestos de resina de alta viscosidad con mayor fracción de relleno siendo menor en relación a los de baja viscosidad, ambos estudios utilizaron el método de raspado y tiempo de exposición.^{29,31} Tsujimoto A et al.⁴⁰ en su estudio presentan una profundidad de polimerización inferior a la que recomienda el fabricante a las resinas Tetric Evo ceram bulk-fill con 3.86 mm, foto polimerizando en un tiempo de 20 segundos. De la misma manera Hasslen J et al.⁵⁰ determinó valores de polimerización de Tetric Evo Ceram Bulk Fill es de 3.53mm, que no cumple con las

especificaciones y que pueden estar relacionados con los foto iniciadores y / o composición de partículas de carga.

Tetric N-Ceram bulk Fill demostró profundidades mínimas de 4mm y máximas de 5.73mm cumpliendo con lo que recomienda el fabricante y polimerizando 20 segundos.^{30,33} El estudio de Aggarwal y cols.⁴¹ determinó que la resina de alta viscosidad Tetric N-Ceram Bulk presenta una profundidad 4,8 mm al realizar el método de raspado ISO 4049 con micro dureza Vickers cumpliendo con la recomendación del fabricante.

De acuerdo a los estudios que analizan la resina Venus bulk Fill se obtuvo valores de profundidad de polimerización mínimo de 1.16mm y máximo de 5.57. Estas variaciones pueden deberse a que cada material se midió de acuerdo con la prueba de raspado ISO 4049 mientras que se utilizó la metodología de perfil de dureza de Vickers para obtener los valores.^{29,30,31,43} El estudio de García D y cols.⁴⁴ obtuvo valores de 5 mm de profundidad usando la prueba de raspado ya que la viscosidad y distancia de unidad no era relevante, pero fueron al menos 1 mm menos cuando se probaron usando pruebas de dureza y que se debía por la penetración de la luz al ser foto polimerizada.

Sure Fill presentó valores mínimos de 1.73 mm y máximos de 4.34 mm de profundidad de polimerización, que no pareció estar muy influenciado por el tipo y volumen de relleno ya que en el análisis estadístico de HV en la proporción de abajo a arriba para cada grupo, la resina Sure Fill excedieron hv-80% cumpliendo con los requisitos del fabricante además la profundidad de polimerización derivada de la técnica ISO fue mayor que el obtenido con el ensayo de micro dureza Vickers.^{30,31,33} por lo tanto varios autores determinaron que la profundidad de polimerización por la dureza Vickers de relación de abajo hacia arriba y el método Iso-4049 cumplían con los estándares de profundidad mayor a 4 mm, pero dependiendo del volumen, tipo de relleno, y unidad fotopolimerización.^{34,41,42,43,45,52}

En las resinas EXP (3.66) el volumen y el tamaño afectan las aplicaciones de polimerización, mientras que para XTB (5.68), la baja viscosidad influye en la polimerización.^{31,33} De tal manera se encontró diferencias en el estudio de Miletic V. et al.⁴⁶ con EverX posterior que obtuvo valores de (5.09 mm), de la misma manera Alrahlah A. y cols.⁴⁹ se obtuvieron profundidades de 4mm. La adecuada profundidad de polimerización recomendada del compuesto Bulk Fill es importante para la estabilidad a largo plazo de las restauraciones.

Así mismo las resinas Herculite Ultra (3.0) Tetric N Flow (6.90), Filtek supreme (4.96) fueron polimerizadas todos a 20 segundos de exposición mediante el método Iso-4049 en la que no influye la viscosidad, relleno y exposición, obtuvieron valores altos de profundidad de polimerización^{30,32,34}

Diferentes estudios demuestran resultados de las resinas, según ISO 4049 cuando se probó en el molde de metal de 4 mm de diámetro, la resina convencional, no logró 4 mm de profundidad,

pero lo hizo en el molde de 10 mm de diámetro. Esto se da porque usan más sistemas foto iniciadores eficientes, y haciendo coincidir el índice de refracción de sus cargas y matriz, aumentar la cantidad de luz transmitida.^{42,46,49,51}

Los valores de las resinas convencionales Z250, GUF, Z350, TEC están entre 1,51 y 2,90 mm. En cuanto a la micro dureza de Vickers y la profundidad de ISO 4049, esto no tiene nada que ver con la viscosidad y el tipo de relleno, por lo que su uso en una cavidad posterior mayor de 4 mm puede causar fallas.^{29,30,31} Hasslen J y cols.⁵⁰ coincidió que debido a la diferencia en las características de polimerización puede estar relacionada con el foto iniciador y/o partículas de relleno, incluyendo el factor de carga y sombra, los datos de profundidad de polimerización de las resinas convencionales son inferiores a 4 mm.⁵⁰

La evaluación de las revisiones sistemáticas y metaanálisis con esta investigación coinciden que algunos problemas afectarán la reacción de polimerización y eficiencia de la resina Bulk Fill, la composición y la cantidad de llenado parecen ser factores importantes, y el efecto de polimerización de la resina de baja viscosidad es mejor.^{35,36,37,38} De manera similar, se informa que la irradiancia administrada está entre 700 y 800 mW / cm², lo que da como resultado una dosis de energía total de 16 J / cm². Esto puede ser suficiente para polimerizar 2 mm, pero no es adecuado para resinas Bulk Fill. Se necesita una lámpara de polimerizado con irradiancia \geq 1000 mW / cm² y energía \geq 20J / cm² para polimerizar RBF en incrementos de 4 mm como energía mínima.^{35,36,37,38,52,54}

Además, la viscosidad del material parece ser un factor importante en el éxito de la reacción de polimerización, porque muchos estudios seleccionados informan una mayor profundidad de polimerización para materiales fluidos en comparación con ciertas viscosidades altas.^{35,36,37,38}

Según la investigación de fabricantes y laboratorios, la resina Bulk Fill se puede utilizar en incrementos más gruesos porque muestran una baja contracción de polimerización y monómeros que alivian la tensión.^{35,36,37,38}

Varios estudios informan que las propiedades de las resinas Bulk Fill cambiarán según la marca del material y las condiciones de polimerización. La profundidad de polimerización está directamente relacionada con la translucidez del material, la composición, el tamaño y la concentración del relleno. Por lo tanto, de acuerdo con la norma ISO 4049, la menor concentración de relleno en las resinas Bulk Fill fluidos puede explicar estos resultados.^{35,36,37,38,51,52}

La resina Bulk Fill presentan modificaciones en los sistemas fotoiniciadores, por lo que es necesario asegurarse de que se utilice la fuente de luz adecuada para obtener resultados consistentes. Del mismo modo, la unidad de fotopolimerización más utilizada en la investigación analítica es Bluephase.^{30,31,34,47,48}

La intensidad de luz de la lámpara LED está relacionada con el grado de fotopolimerización de la resina compuesta, pero no se puede decir que la lámpara con mayor intensidad de luz tenga mejor calidad, porque otros factores (como tiempo de polimerización, longitud de onda de emisión) variarán. Se debe considerar la luz, la vida útil de la lámpara fija, la composición y el color de la resina compuesta.^{30,31,34,53,54} Hay mucho que aprender sobre las complejas interacciones entre los parámetros de polimerización (como la irradiancia, la distancia y la duración de la exposición).

En la actualidad, no existe una estándar radiación mínima recomendada. Más allá de este umbral mínimo, el umbral debe ser suficiente para cumplir con los requisitos de energía de cualquier resina fotopolimerizable para obtener propiedades clínicamente relevantes. Del mismo modo, la relación de la distancia ideal, entre la punta de guía de luz y el material de restauración es casi imposible de representar en vivo. Aunque es bien conocido que la distancia y el ángulo de la lámpara son factores fundamentales para obtener una fotopolimerización ideal de los composites^{29,30,31,32,33,34,40,54}

Varios estudios *in vitro* respaldan el uso de resinas bulk fill, sin embargo, la mayoría de los estudios han encontrado que la profundidad de polimerización de los compuestos Bulk Fill ha aumentado en comparación con los compuestos tradicionales.

Los resultados obtenidos con el método ISO 40-49, proporciona datos sobreestimados en comparación con la micro dureza Vickers que se consiguió valores de profundidad mayores a 4mm. Se recomienda realizar más estudios con metodología similar. Se recomienda realizar estudios sobre la profundidad de polimerización de resinas “bulk fill”, estudios con metodologías similares para poder determinar con certeza la profundidad debido a que existen diferencias significativas dependiendo el método de estudio.

Al utilizar las RBF reduce de manera significativa la aplicación clínica pero la eficacia clínica de los materiales sigue siendo dudosa por falta de estudios clínicos que sustenten los materiales, pero el análisis de calidad de los estudios *in vitro* refleja un sesgo bajo lo que permite emitir consideraciones clínicas enfocadas al análisis de la profundidad de polimerización para ayudar a los odontólogos en la correcta elección del material ideal de restauración.

6. CONCLUSIONES

Las resinas Bulk Fill producen restauraciones más eficientes y menos sensibles que la resina convencional. La técnica de colocación en monobloque varía significativamente de acuerdo a su uso. Son mayormente recomendados para el sector posterior ya que permiten procedimientos más cortos y minimiza complicaciones, esto incluye niños, adultos mayores, pacientes ansiosos y poco colaborativos.

Las resinas Bulk Fill presentan mayor profundidad de polimerización, siendo de baja viscosidad las que mejores valores presenta. Sus resultados están influidos por la unidad de foto polimerización y tiempo de exposición.

La utilización de dispositivos LED que muestran una irradiancia igual o mayor $1000 \text{ mW} / \text{cm}^2$ y los tiempos de exposición de alrededor de 20 segundos son principalmente más utilizados para lograr una profundidad de polimerización aceptable en la mayoría de RBF (4 mm).

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Veléz E, Encalada L, Fernández M, Salinas G. Prevalencia de caries según índice CEOD en escolares de 6 años Cuenca- Ecuador. KIRU. 2019 ene-mar; 16(1): 27 – 31.
2. /
3. Kogan A, Kogan E, Haydeé D, Valdez G. Estudio comparativo de profundidad de polimerización y dureza entre dos sistemas de resina “bulk-fill” con dos tiempos de polimerización usando una lámpara de alta intensidad. Oral 2016; 17(54): 1354-1358.
4. Urrutia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. Med Clin (Barc). 2010;135(11):507–511.
5. Valle A, Christiani J, Álvarez N, Zamudio M. Revisión de resinas Bulk Fill: Estado actual. RAAO. 2018; 8(1): 55-60
6. Bonilla E, Aguilar A, Flores M, Sandoval Z, Cavazos E, Torres P. Evaluación de la resistencia a la flexión de tres resinas compuestas. Rev. Op. Dent. Biom. 2017; 3(1): 33-36
7. García M, Martínez J, Celemín A. Propiedades estéticas de las resinas compuestas. Rev Int Prótesis Estomatológica. 2011; 13(1): 11-22
8. Sonwane S, Hambire U. Comparison of Flexural & Compressive Strengths of Nano Hybrid Composites. International Journal of Engineering Trends and Applications (IJETA).2015;2(2):47-52
9. Liu F, Sun B, Jiang X, Aldeyab S, Zhang Q, Zhu M. Mechanical properties of dental resin/composite containing urchin-like hydroxyapatite. Dent Mater 2014; 30(12):1358-68.
10. Rodríguez G, Pereira N. Evolución y tendencias actuales en resina compuestas. Act. Od. Ven. 2008;46(3):1-19.
11. Al-Ahdal K, Silikas N, Watts D. Rheological properties of resin composites according to variations in composition and temperature. Dent Mater 2015; 30(5): 517-524.
12. Pacheco C, Gehrke A, Ruiz P, Gainza P. Evaluación de la adaptación interna de resinas compuestas: Técnica incremental versus bulk-fill con activación sonora. Avances En Odontología.2015;31(5): 313-321.
13. Orozco R, Álvarez C, Guerrero J. Fotopolimerización de resinas compuestas a través de diversos espesores de tejido dental. Rev Odont Mex. 2015;19(4):222-227.
14. Chaple A, Gispert E. Recomendaciones para el empleo práctico de resinas compuestas en restauraciones estéticas. Rev cubana Estomato.2015; 52(3): 293-313.

15. Moradas M, Álvarez B. Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. Av Odontostomatol.2017;33(6): 261-272.
16. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. Br Dent J. 2017;222(5):337-344.
17. Rosatto C, Bicalho A, Veríssimo C, Bragança G, Rodrigues M, Tantbirojn D. et al. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. J Dent 2015; 43:1519-28.
18. 3M Care Resina Filtek Bulk Fill Posterior Restorative. Technical Product Profile <http://multimedia.3m.com/mws/media/976634O/filtek-bulk-fillposterior-restorative-technical-product-profile.pdf>
19. Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B. Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. J Adhes Dent. 2017;19(2):95-109.
20. Xue J. Factors influencing the clinical application of bulk resin. Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 2020; 38 (3): 233–239.
21. Cebe MA, Cebe F, Cengiz M, et al. Elution of monomer from different bulk fill dental composite resins[J] Dent Mater. 2015;31(7):141–e149.
22. Chaple A, Montenegro Y, Álvarez J. Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. Revista Habanera de Ciencias Médicas. 2016; 15(1):8-16
23. Price R. Light Curing in Dentistry. Dent Clin North Am. 2017;61(4):751-778.
24. Rueggeberg F, Giannini M, Galvão C, Bengt P. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. Braz. oral res. 2017; 31(1):61.
25. Assaf C, Fahdy J, Sabbagh J. Assessing Dental Light-curing Units' Output Using Radiometers: A Narrative Review. J Int Soc Prev Community Dent. 2020; 10(1): 1–8.
26. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A. Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: Is the ISO 4049 methodsuitable for bulk fill materials. Dent Mater. 2012;28(5):521-8.
27. Bezerra C, Andrade E, Barbosa F, Rodríguez B, Cruz J, Mangueira M et al. In vitro evaluation of the microhardness and porosity of two photopolymerizable composite resins. Rev cubana Estomatol. 2020;57(2): e2901
28. Dalcin G, Gallas K, Ribeiro E. Evaluación de la dureza Vickers de resinas Bulk Fill: un estudio in vitro. Stomatos. 2018; 24 (47): 29-41.
29. Daugherty M. Lien W. Mansell M, Douglas L. Risk D. Savett D. Vandewalle K. Effect of high-intensity curing lights on the polymerization of bulk-fill composites. Dent Mater. 2018;34(10):1531-1541.

30. Jang J, Park S, Hwang I. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk-fill resin composites and highly filled flowable resin. *Operative Dentistry*. 2015;40(2): 172-180.
31. Benetti A, Havndrup C, Honore D, Pedersen M, Pallesen U. Bulk-Fill Resin Composites: Polymerization Contraction, Depth of Cure, and Gap Formation. *Operative Dentistry*. 2015; 40(2): 190-200.
32. Owens B, Slaven C, Phebus J, Ragain J. Determination and correlation of Depth of cure of a new composite resin delivery system. *J Tenn Dent Assoc*. 2015;95(2):39-44.
33. Yap A, Pandya M, Toh W. Depth of cure of contemporary bulk-fill resin-based composites. *Dent Mater J*. 2016;35(3):503-10.
34. Hamlin N, Bailey C, Motyka N, Vandewalle K. Effect of Tooth-structure Thickness on Light Attenuation and Depth of Cure. *Operative Dentistry*. 2016; 41(2): 200-207.
35. Figueiredo A, Vestphal M, do Amaral R, Rodrigues J, Roulet J, Roscoe M. Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review. *Braz Oral Res*. 2017;31(1):59.
36. Wanderley R, Madrid C, Pereira M, Murillo F, De Goes M. Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review. *J Esthet Restor Dent*. 2018;30(6):492-501.
37. Kruly P, Giannini M, Pascotto R, Tokubo L, Guimaraes U, Ruiz A, et al. Meta-analysis of the clinical behavior of posterior direct resin restorations: Low polymerization shrinkage resin in comparison to methacrylate composite resin. *PLoS ONE*. 2018; 13(2): e0191942.
38. Cidreira L, Pereira D, Caetano A, Nakano E, et al. Clinical performance and chemical-physical properties of bulk fill composites resin -a systematic review and meta-analysis. *Dent Mater*. 2019;35(10): 249-264.
39. Cascaes F, Valdivia B, Da Rosa R, Barbosa P, Da Silva R. Escalas y listas de evaluación de la calidad de estudios científicos. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*. 2013;24(3):295-312.
40. Tsujimoto A, Barkmeier W, Takamizawa T, Latta M, Miyazakim M. Depth of cure, flexural properties and volumetric shrinkage of low and high viscosity bulk-fill composites and resin composites. *Dental Materials Journal*. 2017 ;36(2):205-213.
41. Aggarwal N, Jain A, Gupta H, Abrol A, Singh C, Rappagay T. The comparative evaluation of depth of cure of bulk-fill composites – An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2019; 22 (4): 371-375.
42. AlShaafi M, AlQussier A, AlQahtani M, Price R. Effect of Mold Type and Diameter on the Depth of Cure of Three Resin-Based Composites. *Oper Dent*. 2018;43(5):520-529.

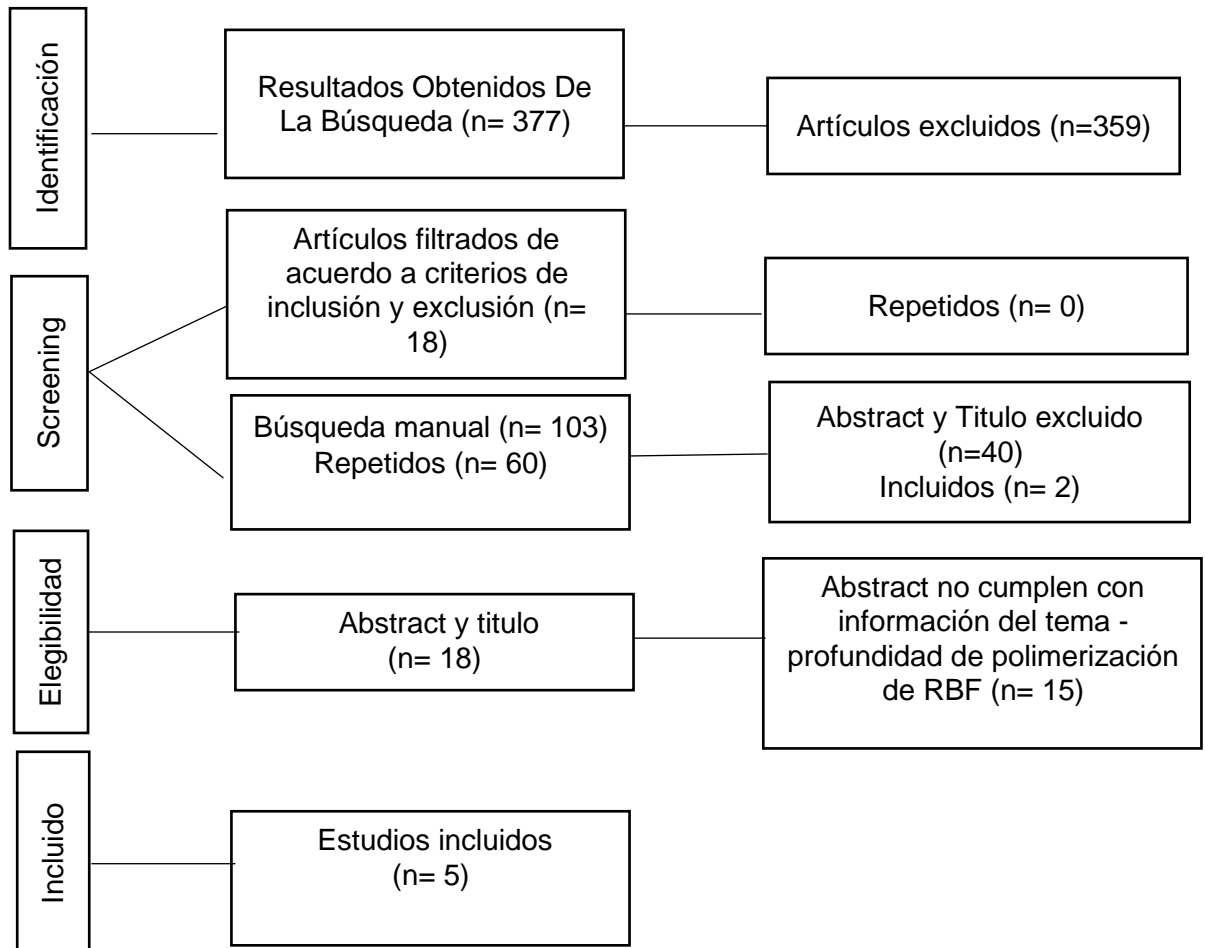
43. Min S, Youn S, Heon J, Kyung S, Won H, Hwan J, et al. Depth-Dependent Cellular Response from Dental Bulk-Fill Resins in Human Dental Pulp. *Stem Cells*.2019;2019:1251536.
44. Garcia D, Yaman P, Dennison J, Neiva G. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins. *Oper Dent*.2014;39(4):441-8.
45. Piola F, Alves J, Húngaro M, Lia R, Mendonca G, Kiyoshi S. Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin Composites. *Dental Materials Journal*. 2019; 38(3):403-410.
46. Miletic V, Pongprueksa P, Munck J, Brooks N, Van Meerbeek B. Curing characteristics of flowable and sculptable bulk-fill composites. *Clin Oral Invest*.2017 21:1201–1212
47. Zorzin J, Maier E, Harre S, et al. Bulk-fill resin composites: polymerization properties and extended light curing. *Dent Mater*. 2015;31(3): 293–301.
48. Li X, Pongprueksa P, Van Meerbeek B, De Munck J. Curing profile of bulk-fill resin-based composites. *J Dent*. 2015;43(6):664–672.
49. Alrahlah A, Silikas N, Watts D. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent Mater*. 2014;30(2):149-54.
50. Hasslen J, Barkmeier W, Shaddy R. Little J. Depth of cure of high-viscosity bulk-fill and conventional resin composites using varying irradiance exposures with a light-emitting diode curing unit. *Journal of Oral Science*.2019;61(3): 425-430.
51. Erickson R, Barkmeier W. Comparisons of ISO depth of cure for a resin composite in stainless-steel and natural-tooth molds. *Eur J Oral Sci*. 2019;127(6):556-563.
52. Mamede S, Araújo C, Dantas S, Do Egito B, Pellizzer E, De Melo G. Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2019; 23(1): 221-233
53. Málaga J. Técnicas de fotopolimerización complementaria en la evaluación de la micro dureza en una resina compuesta de nanopartículas. *Kiru*. 2016;13(1):51-59.
54. Ilie N, Stark K. Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites. *J Dent* 2014;42(8):977–85.
55. Kelić K, Matic S, Marović D, Klarić E, Tarle Z. Microhardness of Bulk-Fill Composite Materials. *Acta Clin Croat* 2016; 55:607-614

8. ANEXOS

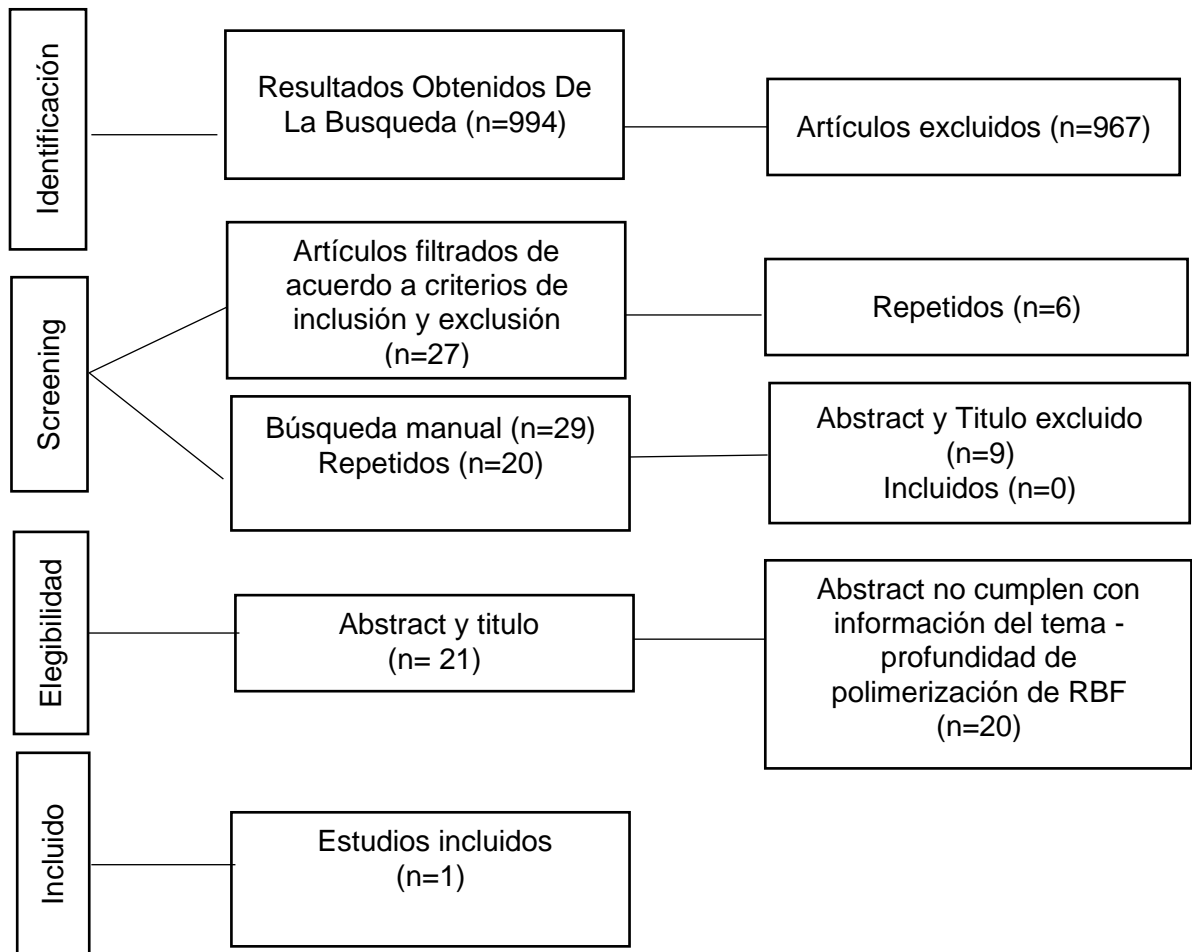
Anexo 1 (tabla 3)

DIAGRAMA DE FLUJO: Realizado hasta el 20 de febrero del 2020

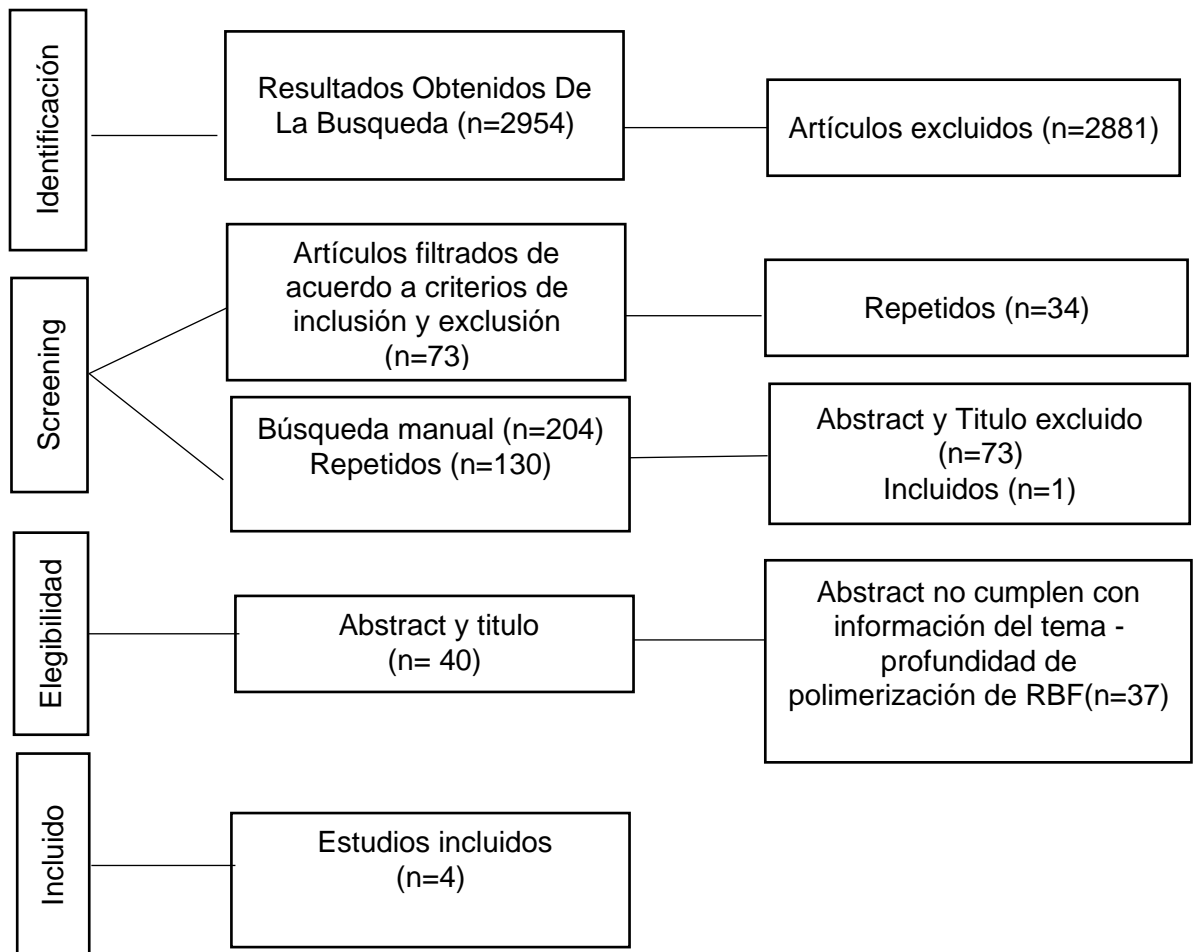
3.1.- Árbol de información con palabras clave: Polymerization and depht and composite resin.



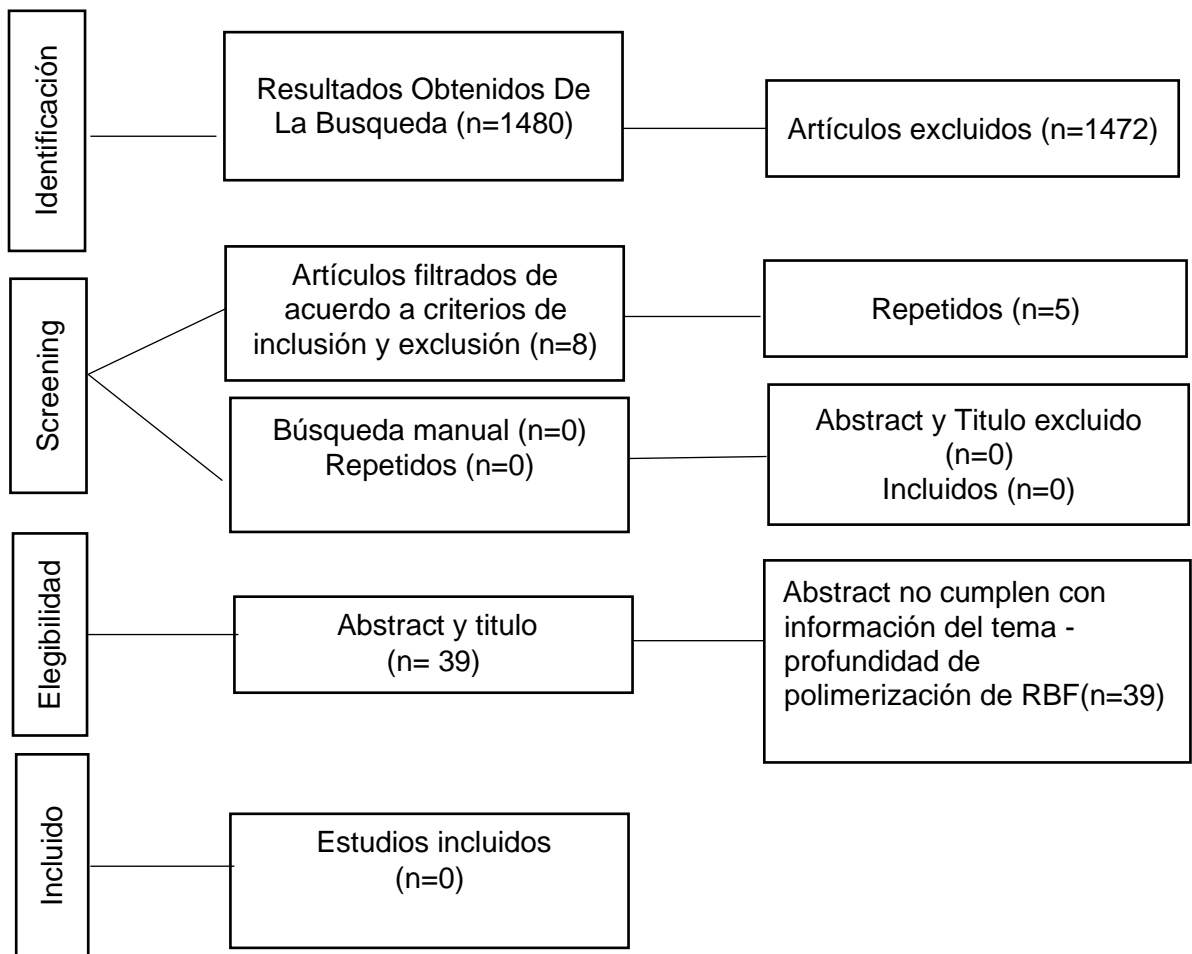
3.2.- Árbol de información con palabras clave: Polymerization and dental restoration



3.3.- Árbol de información con palabras clave: Polymerization and composite resin



3.4.- Árbol de información con palabras clave: Polimerización and viscosity



Anexo 2

Tabla 7: Análisis de calidad						
Escala PEDro	ARTICULO (Autor/Año)					
	Daugherty M. et al.2018	Hamlim N. Et al. 2016	Yap A. et al. 2016	Jang J. et al. 2015	Benetti A. et al. 2015	Owens B. et al.2015
Los criterios de elección fueron especificados	Si	si	si	si	no	si
Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no	no	no	no	no	no
Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	Si	si	si	si	si	si
Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	Si	si	si	si	si	si
Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	Si	Si	si	si	si	si
Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	Si	Si	si	si	si	si
El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	si	si	si	si	Si	si
Total 7 puntos	6 p	6p	6p	6p	6p	6p

Anexo 3

Tabla 9: Análisis de calidad				
Escala Prisma	Figueiredo A. et al 2017	Wanderley R. et al 2018	Kruly P. et al 2018.	Cidreira L. et al 2019
Identificar el informe como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	si	si	si	si
Resumen estructurado	si	si	no	no
Fundamento	si	si	si	si
Objetivos	si	si	si	si
Protocolo y registro	si	si	si	si
Criterios de elegibilidad	si	si	si	si
Fuentes de información	si	si	si	si
Búsqueda	si	si	si	si
Selección de estudios	si	si	no	si
Proceso de recopilación de datos	si	si	si	no
Ítems de los datos	si	si	si	si
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	si	si	si	si
Medidas de resumen	si	no	si	no
Síntesis de los resultados	si	si	si	si
Riesgo de sesgo entre los distintos estudios	no	si	si	si
Análisis adicionales	no	no	si	si
Selección de estudios	si	si	si	si
Características de los estudios	si	si	si	si
Riesgo de sesgo dentro de los estudios	si	no	no	si
Resultados de los estudios individuales	no	no	si	no
Síntesis de los resultados	no	no	si	si
Riesgo de sesgo entre los distintos estudios	si	si	no	no
Análisis adicional	no	si	si	si
Resumen de la evidencia	si	si	si	no
Limitaciones	si	si	si	si
Conclusiones	no	no	si	si

Total	21	21	22	20
--------------	-----------	-----------	-----------	-----------

Anexo 4

Tabla 10: Interpretación de sesgo		
Riesgo de sesgo	Interpretación	
	In vitro	Sistemáticas
Alto riesgo de Sesgo	1 - 3	1 - 9
Riesgo de sesgo medio	4 - 5	10-19
Bajo riesgo de sesgo	6 - 7	20 - 27

PERMISO DEL AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITIRIO INSTITUCIONAL

Yo, WILLIAN GABRIEL RODRIGUEZ LOJANO portador (a) de la cédula de ciudadanía Nro. 030185003-8, en calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación "PROFUNDIDAD DE POLIMERIZACION DE LAS RESINAS BULK FILL: UNA REVISION SISTEMATICA". de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de Los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, 18 de diciembre de 2020.



F:

El Bibliotecario de la Sede Azogues

CERTIFICA:

Que, **RODRÍGUEZ LOJANO WILLIAM GABRIEL**. Con cédula de ciudadanía

Nro. 03018500138 de la carrera de **ODONTOLOGÍA**.

No adeuda libros, a esta fecha. Azogues, 13 de noviembre del 2020.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Byron Torres Romo', with a stylized flourish underneath.

Byron Alonso Torres Romo
BIBLIOTECARIO

Biblioteca Universitaria
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"

Control de plagio William Rodríguez

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE
INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

scielo.icsii.es

1

Fuente de Internet

1%

tesis.ucsm.edu.pe

2

Fuente de Internet

1%

dspace.ucacue.edu.ec

3

Fuente de Internet

1%

cybertesis.unmsm.edu.pe

4

Fuente de Internet

1%

repositorio.unab.cl

5

Fuente de Internet

1%

dspace.unl.edu.ec

6

Fuente de Internet

1%

tauja.ujaen.es

7

Fuente de Internet

1%

Excluir citas Apagado Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía Apagado

