

UNIVERSIDAD EVANGELICA

DE EL SALVADOR

Facultad de Odontología



INFORME FINAL DEL TRABAJO DE  
GRADUACION

**“Revisión Bibliográfica sobre Profundidad de  
Polimerización, Microdureza y la relación entre ambas en  
Resinas Bulk Fill entre los años 2010-2020”**

**PRESENTADO POR**

Br. Kayla Denise Argüello Rubio

Br. Claudia Marlene Salazar Peraza

**Asesor de Contenido**

Dra. Leslie Saavedra

SAN SALVADOR, OCTUBRE 2020

Lic. César Emilio Quinteros

Rector

Dra. Cristina de Amaya

Vicerrector Académico y de Facultades

Dr. Darío Chávez Siliézar

Vicerrector de Investigación y

Proyección Social

Ing. Sonia Rodríguez

Secretaria General

Dra. Nuvia Estrada de Velasco

Decano Facultad de Odontología

SAN SALVADOR, OCTUBRE 2020



Universidad Evangélica  
de El Salvador

## INSTRUMENTO 4

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



# REMISIÓN DE INFORME FINAL

San Salvador, 30 de octubre de 2020

Señor(a) Presidente del  
CIC  
Facultad de Odontología  
Presente

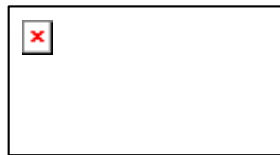
Estimado(a) Sr(a):

Por este medio envío tres ejemplares del informe final del trabajo de investigación titulado: “Revisión Bibliográfica sobre profundidad de polimerización, Micro dureza y la relación entre ambas en Resinas Bulkfill entre los años 2010 y 2020.”

elaborado por los estudiantes: \_\_\_\_\_ Kayla  
Denisse Argüello Rubio y Claudia Marlene Salazar Peraza

de la carrera Doctorado en Cirugía Dental. Este informe lo he revisado minuciosa detalladamente y doy fe que en su elaboración han seguido los lineamientos para investigación o de innovación que tiene la Universidad y se han cumplido con los objetivos planteados en la investigación.

Atentamente



Dra. Leslie Karina Saavedra de Rodríguez.  
Nombre y firma Asesor



L:\4UJ\*\rstdk.\j\ a jspr fi c T  
 \ • UJ S. I : lor



**INSTRUMENTO 5**  
**VICERRECTORIA DE INVESTIGACIÓN Y PROYECTO CI&N SOCIAL**  
**ACTA DE RESOLUCIÓN DE**  
**EVALUACIÓN DE INFORME FINAL**  
**FACULTAD: ODONTOLOGÍA**  
**CARRERA: DOCTORADO EN CIRUGÍA DENTAL**

Este día 23 de octubre de 2020, reunida la Comisión Evaluadora en el Campus de la Universidad Evangélica de El Salvador, para evaluar el Informe Final de Trabajo de investigación titulado: "Revisión Bibliográfica sobre la relación de Profundidad de Polimerización y Microdureza de las resinas Bulkfill entre los años 2010-2020" el cual ha sido presentado por los estudiantes

	Nombre completo del estudiante	Firma
1	Kayla Denise Arguello Rubio	
2	Claudia Marlene Salazar Peraza	
3	Ana Dinorah Rivas Beltrán	

Esta Comisión utilizando el instrumento para evaluación de Informe Final que la Dirección de Investigación ha elaborado para tal fin ha asignado las notas y promedio que a continuación se detallan.

Nombre de los miembros de la Comisión Evaluadora	Calificación estudiante 1		Calificación estudiante 2		Calificación estudiante 3	
	Documento escrito	Presentación oral	Documento escrito	Presentación oral	Documento escrito	Presentación oral
Dra. Mónica Jiménez	7.75	8.0	0	0		
Ing. Tito Llanez	8.3	8.7	0			
Dra. Leslie Saavedra	9.6	9.0	0	0		
Promedio parcial	8.55	8.56	8.55	8.56	0	0
Promedio Global obtenido en número y letras	8.55		8.55		0.0	
	Ocho punto cincuenta y cinco		Ocho punto cincuenta y cinco		Cero punto cero	

Para el dictamen final considerar lo siguiente: puntaje final en la parte escrita menor que 60 puntos no podrán realizar su evaluación oral hasta que los estudiantes hayan incorporado las mejoras sugeridas por la Comisión Evaluadora y se aumente el puntaje a 60 puntos o más. Aprobados con observaciones puntaje entre 60 y 79; Aprobados cuando los puntajes sean igual o mayor que 80 puntos.

Esta Comisión Evaluadora Acuerda  y para constancia firmamos.

Nombre. Dr. Mónica Jiménez Firma

Nombre, Ing. Tito Llanez Firma

Nombre. Dra. Leslie Saavedra Firma



UNIVERSIDAD EVANGÉLICA  
DE EL SALVADOR

ANEXO

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Nosotros Kayla Denise Arguello Rubio

Claudia Marlene Salazar Peraza

\_\_\_\_\_ (Nombres y apellidos), con

DUI 04288232-5 04559157-5, alumnos de las

Carreras de

Doctorado en cirugía dental

\_\_\_\_\_ (*nombre de la carrera*), de la Universidad Evangélica de El Salvador,

### Manifestamos:

6) Que somos los autores del proyecto de graduación:

Revisión bibliográfica sobre profundidad de polimerización con microdureza y la relación entre ambas en resinas bulkfill entre los años 2010 - 2020. (en adelante, obra) presentado como finalización de la(s) carrera(s)

Doctorado en cirugía dental

\_\_\_\_\_ dirigido por el Asesor Dra. Leslie Karina Saavedra de Rodriguez de la Facultad Odontología de la Universidad Evangélica de El Salvador.

7) Que la obra es una obra original y que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de publicidad, comerciales de propiedad industrial o de otros, y que no constituye una difamación, ni una invasión de la privacidad o de la intimidad, ni cualquier injuria hacia terceros.

8) Que la obra no infringe los derechos de propiedad intelectual de terceros, responsabilizándome ante la Universidad en cualquier reclamación que se pueda hacer en este sentido.

9) Que estamos debidamente legitimados para autorizar la divulgación de la obra mediante las condiciones de la licencia de Creative Commons:

Reconocimiento (cc by)

Reconocimiento-Compartir (cc by-sa)

Reconocimiento-SinObraDerivada (cc by-nd)

Reconocimiento-No comercial (cc by-nc)

Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual (cc by-nc-sa)

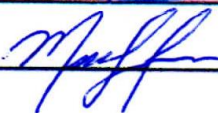
Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (cc by-nc-nd) de acuerdo con la legalidad vigente.

10) Que conocemos y aceptamos las condiciones de preservación y difusión de la Red de Bibliotecas de universitarias.

**Por tanto Solicitamos:**

Que la obra quede depositada en las condiciones establecidas anteriormente, en el Catálogo de la Web de Biblioteca y Repositorios pertinentes, y en consecuencia aceptamos se publique bajo la licencia antes expuesta y con una vigencia igual a la de los derechos de autor.

Firman



San Salvador, 30 de octubre de 2020

## Contenido

Resumen	1
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I	3
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Enunciado del Problem	5
1.4.1 Objetivo General	6
1.6 Justificación	7
CAPITULO II	8
CAPITULO III	49
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	49
3.1 Enfoque y tipo de investigación	49
3.3 Variables e indicadores	51
Categorías de Análisis	51
Área de Investigación: Relación entre profundidad de Polimerización y Microdureza de Resinas Bulkfill	51
Categoría: Profundidad de Polimerización de Resinas Bulkfill	51
Subcategoría:	51
Distancia de lampara de Fotocurado	51
Grado de conversión de la resina	51
Categoría: Microdureza de Resinas Bulkfill	51
Subcategoría:	51
Grado de conversión de la resina	51
Distancia de lampara de Fotopolimerizacion	51

Matriz de Congruencia	52
3.4 Técnicas, materiales e instrumentos	52
3.5 Procesamiento y análisis de la información	54
3.7 Presupuesto	55
CAPITULO IV	56
4.1 Análisis de la información	56
4.2 Conclusiones	59
4.3 Recomendaciones	60
4.4 Bibliografía	61
4.5 Anexos	67



**Resumen:**

Los problemas relacionados con las resinas compuestas son la limitada profundidad de polimerización y la posibilidad de conversión del monómero a una profundidad insuficiente, desde que se introdujeron estas resinas, el grado de conversión se reconoció como vital para su éxito clínico. Las resinas compuestas convencionales polimerizan hasta 2 mm de profundidad, para que se reduzcan los efectos de contracción al momento de la polimerización, se utiliza la técnica incremental que permite como máximo incrementos de 2mm. Sin embargo, se encontraron varias desventajas asociadas a esta técnica, debido a estas desventajas los fabricantes introdujeron recientemente al mercado un nuevo tipo de resinas compuestas, llamados materiales Bulk Fill. Estos compuestos se desarrollaron para permitir un incremento único de hasta 5 mm sin alterar las propiedades físicas y mecánicas. La microdureza de las resinas Bulk Fill aplicadas en un solo bloque de 5mm como lo indican los fabricantes es igual de satisfactoria a la recomendada por las Normas ISO 4049 que presentan las resinas convencionales que se aplican en capas de 2mm. Estas resinas permiten realizar restauraciones posteriores disminuyendo el tiempo de trabajo sin alterar los resultados clínicos, permitiendo realizarse restauraciones en pacientes donde el tiempo del tratamiento juega un rol importante.

***Material y método:***

El estudio se realizó con la recopilación de Datos por medio de artículos bibliográficos contenidos entre los años 2010 a 2020 dentro de las bases de datos. Medline, Pubmed, Hinari, Scielo, Ebsco. Considerando un rango de publicación de 10 años. Se obtiene un total de 20 artículos que responden a los criterios de selección y al objeto de estudio obtenidos mediante buscadores de literatura biomédica. Se realizó un análisis y síntesis de las partes más importantes mencionadas por los autores de los artículos donde realizamos el estudio bibliográfico entre la profundidad de curado y micro dureza de las resinas bulk fill.

**Conclusión:**

Las resinas bulk fill presentan beneficios en la reducción de tiempo de trabajo, mientras este conserve una adecuada profundidad de polimerización ante altos volúmenes de resinas mayores a 4 mm de profundidad. Si presentan un buen desempeño en su uso, pero se necesita de más estudios para poder comprobar su efectividad a largo plazo. Las resinas bulk fill si logran una polimerización adecuada en incrementos mayores de 4 mm y siempre conservando de igual forma la microdureza. La lámpara de curado es un factor determinante al momento de la polimerizar, la profundidad de curado disminuye al aumentar la distancia entre la resina bulk fill y la lámpara, esto se debe en gran medida a la disminución de la intensidad y a la mayor dispersión de la luz. Algunas de las marcas de resina que se encuentran en el mercado requieren de aparatos específicos para su funcionamiento, invertir en una pieza de mano especial para su utilización; por lo que aumenta costos en la práctica de los odontólogos salvadoreños.

**Palabras Clave:** Resinas Bulk Fill, profundidad de curado, resinas Convencionales, microdureza.

## **INTRODUCCIÓN**

Uno de los problemas relacionados con las resinas compuestas es la limitada profundidad de polimerización y la posibilidad de conversión del monómero a una profundidad insuficiente. Desde que se introdujeron estos materiales, el grado de conversión fue reconocido como vital para su éxito clínico<sup>1</sup>. Los factores que afectan a la profundidad de polimerización incluyen: la distancia desde la punta de la unidad de fotopolimerización hasta la superficie de la resina, el tipo de resina compuesta, sombra y translucidez; el espesor mínimo del incremento<sup>1</sup>.

La energía de la luz emitida por una unidad de fotopolimerización disminuye drásticamente cuando se transmite a través de la resina compuesta y conduce a una disminución gradual en el grado de conversión al aumentar la distancia desde la superficie irradiada<sup>1</sup>. Se ha demostrado que la polimerización insuficiente puede conducir a la disminución de las propiedades físicas, mecánicas y biológicas de las resinas compuestas por lo que puede dar lugar a un fallo prematuro de una restauración o puede afectar al tejido pulpar<sup>1</sup>.

Las resinas compuestas convencionales polimerizan hasta 2mm. Para reducir los efectos de la contracción de polimerización se aplica la técnica incremental en la que se permite como máximo 2mm de incremento. Sin embargo, existen varias desventajas asociadas a esta técnica: la incorporación de burbujas o contaminantes entre las capas compuestas, dificultad de colocación debido al acceso limitado a las cavidades pequeñas y un tiempo de tratamiento prolongado para la colocación de las capas y su polimerización. Por lo tanto, varios fabricantes han introducido recientemente nuevos tipos de resinas compuestas, llamados materiales "bulk fill", que se han desarrollado para permitir un incremento único de hasta 5mm sin alterar las propiedades físicas y mecánicas de la resina<sup>1</sup>.

Estas resinas compuestas nano híbridas permiten realizar restauraciones posteriores optimizando el tiempo de trabajo sin alterar sus resultados clínicos lo que permite realizar restauraciones dentarias en aquellos pacientes donde el tiempo de tratamiento juega un rol importante: en niños, pacientes ansiosos, pacientes con disfunciones temporomandibulares que no pueden mantener la boca abierta por un tiempo prolongado<sup>1</sup>.

Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica entre el periodo de 2010-2020 donde podemos valorar la relación entre la profundidad de polimerización y microdureza teniendo la finalidad de aportar conocimientos innovadores en el área odontológica, así como incentivar a la investigación bibliográfica.

# CAPÍTULO I

## **1.1 Planteamiento del Problema**

La resina es un material restaurador presente desde la década del 70, a pesar de tener muchos problemas iniciales frente a la amalgama, fue ganando preferencia tanto por el odontólogo como por los pacientes. En un inicio se pensó solo como un material restaurador de piezas anteriores pero sus propiedades han ido evolucionando para utilizarlo como un material restaurador universal, debido a la demanda creciente de técnicas de obturación más simples por parte de los odontólogos.

Hoy en día, en que la estética es una de las principales demandas por parte de los pacientes y requisitos de las restauraciones dentales. Las obturaciones de amalgama se han usado durante mucho tiempo, sin embargo, su uso ha disminuido en los últimos años debido a su poca estética y debido al riesgo relacionado con el mercurio, por ende la amalgama dental es la principal fuente de mercurio en la atención de salud, y es la mayor contribuyente en la carga corporal de dicho metal en personas portadoras de estas restauraciones, agregando a este los intereses ambientales, la carencia de adhesividad y la necesidad de una preparación dentaria más agresiva, han hecho que las resinas compuestas sean una alternativa más conveniente a la hora de restauraciones dentales.

Con la constante evolución de los materiales de restauración de resina, la evaluación de las propiedades de estos sirve como un puente entre las ciencias de los materiales fundamentales y sus aplicaciones clínicas. Actualmente, muchos de los fabricantes de los materiales dentales más importantes han introducido lo que conocemos como resinas de único incremento o resinas "bulkfill". Mientras que las resinas compuestas convencionales presentan una profundidad de polimerización de 2 milímetros, estos nuevos materiales de obturación presentan hasta 5 milímetros de profundidad de polimerización.

Gracias a esta propiedad, los odontólogos pueden aplicar menos capas para obturar un diente en menor tiempo sin perder calidad.

Según la literatura estos nuevos materiales de nanotecnología consiguen que la colocación de resinas compuestas en piezas posteriores sea aún más fácil y eficiente manteniendo sus propiedades físicas adecuadamente.

La energía de la luz emitida por una unidad de fotopolimerización disminuye drásticamente cuando se transmite a través de resinas compuestas; mientras se incrementa la distancia desde la superficie de foto activación hasta la resina compuesta se produce una disminución gradual en el grado de conversión de la resina, además aumenta la cantidad de monómero sin polimerizar, esto conduce a una disminución en la profundidad de polimerización; por tanto, puede dar lugar a un fallo prematuro de la restauración o puede afectar al tejido pulpar.

La profundidad de polimerización determina que tan grueso puede ser un cuerpo de resina fotopolimerizable manteniendo al mismo tiempo un nivel de conversión de monómero aceptable (>50%).<sup>2</sup>

Para restaurar cavidades con resinas compuestas fotopolimerizable, la técnica que se ha considerado como "gold estándar" es la técnica incremental, en la que se deben realizar incrementos de espesor limitado; la profundidad de polimerización de las resinas convencionales es de 2 mm, por ello esta técnica permite como máximo 2mm de espesor de cada incremento.<sup>3</sup>

Para disminuir el tiempo de tratamiento y el riesgo de incorporar burbujas de aire o contaminantes entre los incrementos, se han desarrollado nuevas resinas compuestas, llamadas materiales "bulkfill" que presentan una profundidad de polimerización hasta de 5mm, lo cual permite realizar restauraciones en bloque sin alterar las propiedades físicas y mecánicas de la resina.

## **1.2 Enunciado del Problema**

¿Existe relación en la profundidad de polimerización de las resinas bulkfill y su micro dureza en revisiones bibliográficas entre los años 2010-2020

## **1.3 Delimitación del Problema**

Para el odontólogo es de suma importancia conocer los materiales de restauración estéticos y sobre todo funcionales, como son las resinas Bulkfill ya que estas han venido a causar un gran impacto en el mercado odontológico, porque con ellas se realizan restauraciones en incrementos mucho mayores a los realizados en resinas convencionales, llegando a valores desde 4 hasta 5mm. Su uso se extiende a tratamientos en piezas posteriores por lo cual estos materiales deben presentar una alta profundidad de polimerización y microdureza adecuada en términos de mejoras mecánicas y físicas del material. Al lograr una mayor profundidad de polimerización se está garantizando que las propiedades de la resina mejoren y se mantenga más estable en la cavidad bucal con el paso del tiempo.

La resina Bulkfill han ido evolucionando, llegando a tener en su composición partículas de nano relleno lo que les proporciona además de mejores propiedades físicas y mecánicas, mejoras en viscosidad para facilitar su colocación, en el sentido de su facilidad de manipulación, menor contracción y alta dureza.

El estudio se enfoca tanto en la profundidad de polimerización como en la microdureza de las resinas bulkfill , dadas sus propiedades de contracción reducidas que permiten la colocación de obturaciones en bloque, porque se considera que en la búsqueda de mejores materiales un factor vital e importante es que este sea capaz de soportar cargas masticatorias incluso llevando estas cargas a situaciones de alto estrés; con esto se garantiza una longevidad del

material en la cavidad bucal, ligado por supuesto de otra serie de factores que si bien no son menos importantes, el estudio valora en este caso las propiedades físicas y mecánicas sobre propiedades estéticas; para poder realizar un análisis exhaustivo y determinar el adecuado funcionamiento de las resinas bulk fill y de esta forma facilitar el trabajo del odontólogo en el consultorio, disminuyendo tiempos de trabajo y facilitando la manipulación de las mismas.

Cuanto mayor cantidad de material de relleno tenga una resina mejor serán sus propiedades físicas, por lo tanto, mayor será su dureza, menor será su contracción y su cambio dimensional. Las nuevas resinas aplicadas en un solo bloque con una profundidad hasta de 5 mm según la literatura presentan alta dureza, baja tensión de contracción entre otras propiedades físicas.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Realizar una revisión bibliográfica acerca de la profundidad de polimerización de las resinas bulk fill y su relación con la microdureza entre los años 2010 a 2020.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Estudiar el grado de profundidad de polimerización de resinas bulkfill entre los años 2010 a 2020.
- Verificar la microdureza de las resinas bulk fill entre los años 2010 a 2020.

## **1.5 Hipótesis**

### **Hipótesis de Investigación**

¿Existe relación en la revisión bibliográfica sobre profundidad de polimerización y microdureza de las resinas bulkfill entre los años 2010-2020?



## 1.6 Justificación

Con el paso del tiempo, la manera de hacer odontología cambiado radicalmente en lo que se refiere a técnicas, materiales y tipos de tratamientos. y es que estos últimos siempre están enfocados en obtener los mejores resultados, por medios de técnicas que permitan al clínico trabajar de una manera rápida, predecible y eficiente.<sup>4</sup> Durante la consulta odontológica el factor tiempo cobra vital importancia, tanto desde el punto de vista económico, sin que necesariamente sea este el más importante, como desde el punto de vista clínico y de comodidad tanto del paciente y profesional.<sup>5</sup>

Es por esta razón que las casas fabricantes de materiales dentales buscando simplificar al máximo la utilización de sus productos a través de técnicas que permitan conseguir resultados clínicamente aceptables y predecibles en el menor tiempo posible. Uno de los materiales que mejor pueden ejemplificar la situación explicada anteriormente, es la resina de tipo Bulk Fill la cual surgió en el mercado y su uso ha ido aumentando cada vez más con el paso del tiempo.<sup>6</sup>

El surgimiento de la Resina Bulk Fill y el grado de aceptación que ha obtenido a nivel del mercado convierte a este material en un objeto de estudio prioritario ya que es importante evaluar sus propiedades físicas y mecánicas, así como la aplicación clínica de estas propiedades, de manera que se puedan evaluar la calidad de estas restauraciones, así como sus ventajas y desventajas respecto a las realizadas mediante la práctica restaurativa convencional (técnica por incremento).<sup>7</sup>

Uno de los factores importantes que influye en la profundidad de polimerización es la distancia desde la punta de la unidad de fotopolimerización hasta la superficie de la resina, en la práctica clínica no siempre se logra colocar la unidad de foto activación a 0 mm de distancia de la restauración de resinas, por ello con este estudio se busca realizar una revisión bibliográfica para determinar la profundidad de polimerización de las resinas “bulk fill” al ser fotoactivadas y su relación con la microdureza, lo cual nos dará un mejor conocimiento sobre la influencia de la profundidad de polimerización de las resinas “bulk fill”.

Es importante determinar estos parámetros para poder aplicar estas resinas en bloques de 4-5mm lo que nos permitirá realizar restauraciones en aquellos pacientes cuyo perfil de atención clínica requiere de menor tiempo: niños, pacientes con habilidades especiales, pacientes con disfunciones temporomandibulares; con el menor tiempo posible sin perder la calidad de la restauración.

Se pretende con esta revisión bibliográfica realizar un estudio global donde realizaremos un conclusión y discusión sobre todos los artículos científicos entre los años 2010-2020 sobre la profundidad de polimerización de las resinas bulkfill y su relación con la microdureza debido a que esta es una propiedad física, que está relacionada directamente con la eficacia y resistencia al desgaste progresivo de nuestras restauraciones, brindando al Odontólogo una razón para elegir el uso de las resinas bulkfill y así optimizar el tiempo de trabajo en nuestra práctica diaria, eliminando de esta manera el agotamiento del paciente y profesional, sin temor a perder la calidad y vida útil de nuestra restauración en comparación con las resinas convencionales que se aplican en capas de no más de 2 mm de espesor.

Cabe destacar que, por tratarse de un material de surgimiento reciente, no cuenta con numerosos estudios clínicos, de ahí la importancia de esta revisión bibliográfica, como un aporte a este tema desde un punto de vista teórico y clínico.

## **CAPITULO II**

### **2.1 Resinas Compuestas**

### **2.2 Antecedentes**

Durante los últimos años la odontología restauradora desarrollado materiales dentales alternativos a la amalgama, debido a la alta demanda estética de los pacientes. Actualmente las resinas compuestas son el material de preferencia debido que la amalgama, el material de elección anterior, presenta muchos inconvenientes, tales como la posibilidad de reacciones tóxicas, así como fuerza mecánica limitada, falta de adhesión a los dientes, y su estética deficiente.<sup>8</sup>

Debido a las propiedades físicas, químicas y mecánicas semejantes a las estructuras dentales, las resinas compuestas juegan un rol importante en el campo estético clínico, ya que estas tienen la capacidad de devolver el aspecto natural de los dientes, tomando en cuenta su color, textura, resistencia y adaptación.<sup>9</sup>

La introducción en el campo clínico de las resinas compuestas desde 5 décadas demuestra que es uno de los aportes más importantes en la odontología estética.<sup>10</sup> En la actualidad el uso de resinas compuestas es común, por su eficacia en los procedimientos clínicos conservadores, sin embargo, a pesar de tener las características y propiedades tales como estabilidad fisicoquímica, facilidad en su manipulación, así como el permitir un buen acabado y pulido, con el paso del tiempo se ha visto la necesidad de mejorar sus componentes para así brindar una mayor satisfacción en el campo clínico y funcional.<sup>11</sup>

La demanda del uso de resinas compuestas que cumplan con las necesidades de resistencia y elasticidad tanto en el sector anterior y posterior, son altas.<sup>12</sup> Por eso, la selección del tipo de material con el que va a trabajar el odontólogo debe ser evaluada con un criterio profesional, en el que se tenga información adecuada de sus propiedades, métodos de polimerización, comportamiento al estar sometida a presión, calor, así como de su desempeño en el medio bucal.<sup>13</sup>

### **2.3 Historia de las Resinas**

Las resinas compuestas surgieron en el inicio de los años sesenta como resultado de numerosas tentativas para obtener un material restaurador estético superior a los materiales hasta entonces existentes, las resinas acrílicas y los cementos de silicato. El cemento de silicato era un material restaurador para dientes anteriores que tenía como principal ventaja la liberación de fluor y presentaba un coeficiente de expansión térmica parecido al de las estructuras dentarias. Sin embargo, los cementos de silicato dejaron de utilizarse por plantear problemas de toxicidad, solubilidad y propiedades estéticas deficientes. Las resinas acrílicas restauradoras proporcionaban un resultado estético inmediato de buena calidad, pero se observaba un comportamiento inadecuado debido a la contracción de polimerización excesiva y alteraciones dimensionales, que causaban sensibilidad postoperatoria a corto plazo, decoloración marginal y reincidencia de caries a medio y largo plazo.<sup>14</sup>

Las resinas compuestas propiamente dichas aparecieron en el mercado como evolución de las resinas acrílicas restauradoras. La estructura orgánica de las resinas fue modificada para mejorar su estabilidad y sus propiedades mecánicas. En 1956 Bowen desarrollo la molécula de Bis- GMA (bisfeil A glicidil metacrilato), más estable dimensionalmente pues sufría menos contracción de polimerización. Posteriormente a esta matriz orgánica se le añadieron partículas inorgánicas que recibían un tratamiento con agente silanizador para que hubiese una mejor interacción entre las fases orgánicas e inorgánicas. Estas resinas presentaban partículas de cuarzo en una cantidad de 70- 80 % en peso, con un tamaño medio de partículas mayor a 15  $\mu\text{m}$  pudiendo llegar hasta las 100  $\mu\text{m}$ . Estas primeras resinas que aparecieron en el mercado fueron denominadas convencionales, tradicionales o de macro relleno. Debido a los inconvenientes que presentaban, entre otros los relacionados al desgaste y ala rugosidad superficial, se realizó una modificación drástica en la composición y en el tamaño de las partículas de carga, surgiendo de esta forma las resinas de micro relleno al inicio de los años setenta.<sup>14</sup>

El componente inorgánico de estas resinas era sílice coloidal y el tamaño medio de las partículas obtenidas era de 0,01  $\mu\text{m}$  a 0,1  $\mu\text{m}$ . Las resinas compuestas fueron utilizándose cada vez más y hubo la necesidad de mejorar sus propiedades mecánicas, químicas y estéticas. Las llamadas resinas compuestas híbridas surgieron por la tentativa de desarrollar composites con las propiedades mecánicas de los composites convencionales y la textura superficial y brillo de los composites microhíbridos.<sup>14</sup>

## **2.4 Composición química de las resinas compuestas**

### **2.5 Matriz orgánica**

La matriz orgánica también es conocida como fase orgánica o matriz resinosa de los composites, la fase orgánica antes de su endurecimiento o polimerización está formada por moléculas insaturadas de grupos vinilos ( $\text{C}=\text{C}$ ), de diferentes pesos moleculares: estos son llamados monómeros. Finalmente, cuando se realiza el endurecimiento de esta, pasa a convertirse en un polímero de estructura cruzada.<sup>15</sup>

Los monómeros tienen componentes orgánicos que pueden ser diacrilatos aromáticos, como el Bis GMA (Bisfenol Glicidil Metacrilato) y el UDMA (Uretano Dimetil Metacrilato), son los más comunes

desde el punto de vista químico, constituyen la parte activa de este material. Además de estos componentes la matriz resinosa posee monómeros diluyentes necesarios para disminuir la viscosidad de la resina, como el TEGMA (Trietileno Glicol Dimetacrilato).<sup>16</sup>

Las variaciones en cuanto al tipo de monómero incorporado en su matriz orgánica permiten modificar los materiales, en su contracción a la polimerización, propiedades mecánicas y viscosidad.<sup>17</sup>

Las funciones esenciales de la matriz resinosa son:

- Actuar como vehículo de relleno/aglutinante. (Figura 1)
- Aportan el mecanismo de endurecimiento necesario, que en este caso es una polimerización vinílica.
- Permiten la unión de diferentes capas del material y otras estructuras, como los tejidos dentarios (biocompatibilidad) <sup>17</sup>

## **2.6 Matriz inorgánica**

La matriz inorgánica también conocida como fase de relleno, fase dispersa, discontinua, o de refuerzo, esta fase determina las propiedades de las resinas logrando mejorar sus propiedades físicas, mecánicas y aumentando su dureza, encargándose de brindar estabilidad dimensional a la inestable matriz orgánica, frente la resistencia biaxial, flexural, compresiva, abrasiva, a la tracción, disminuyendo así la contracción que pueda presentar en el medio bucal. Las partículas inorgánicas más utilizadas en esta fase como cuarzo, sílice coloidal, partículas de zirconio-sílice, vidrios, cerámicas que tiene materiales pesados como bario, estroncio, etc.<sup>18</sup>

Existe gran variedad de partículas de relleno, que pueden variar mucho la composición química, morfológica, así como de sus dimensiones, estas últimas se obtienen a través de diferentes procesos de elaboración (trituration, pulverización, precipitación, etc. Destacando así, que la

mayoría las partículas son las de dióxido de silicio, así como los boros silicatos y aluminosilicatos de litio.<sup>19</sup>

Cabe recalcar que la incorporación de las partículas inorgánicas de los diferentes tamaños tiene una fuerte influencia sobre las propiedades mecánicas, lo que determina el rendimiento clínico de estos materiales, es decir, a mayor incorporación de partículas de relleno a la matriz inorgánica, mejoran sus propiedades, ya que produce una menor contracción de polimerización y una menor filtración marginal.<sup>20</sup>

Gracias a esta innovación, se ha incorporado novedosos avances en la tecnología de relleno, existiendo diferentes tipos de partículas inorgánicas que se han introducido en los últimos años, como un intento de acortar tiempo para realizar restauraciones, permitiendo incrementos de hasta 4 a 5 mm (milímetros) de espesor para ser polimerizados en un solo paso, logrando así disminuir el proceso de estratificación,<sup>21</sup> así como evitar la contracción por polimerización, absorción de agua, permitiendo una menor expansión térmica, y un mayor módulo de elasticidad.<sup>22</sup>

## **2.7 Agente de unión**

Esta fase se conoce como interfacial o de unión establecida por un agente de acoplamiento llamados silanos, que son moléculas bipolares, los cuales tienen una importante función de realizar una fuerte interacción entre las partículas inorgánicas, así como de matriz resinosa, permitiendo una transferencia de tensiones entre estos componentes y estabilidad hidrolítica, de esta manera evita la penetración de agua entre las dos fases, conocido como acoplamiento.<sup>23</sup>

(Figura 2).

## **2.8 Sistema Iniciador – Acelerador**

Las resinas usan sustancias que desencadenan una reacción química, capaz de romper la doble ligadura del monómero para finalmente convertirse en un polímero y permitir así que actúe ante una fuente de luz visible, estas sustancias son llamados iniciadores.<sup>24</sup> El proceso de polimerización de los monómeros en las resinas compuestas se puede lograr de varias formas. En cualquiera de sus formas es necesaria la acción de los radicales libres para iniciar la reacción.<sup>25</sup>

Existe dos sistemas importantes y principales para conseguir la polimerización de resinas, los cuales son sistema de activación química, el primer sistema utiliza un peróxido orgánico iniciador y una amina orgánica aceleradora y el segundo sistema de activaciones es a través de luz visible, en donde se lo expone a una luz muy intensa y esta luz es absorbida por una dicetona que al tener la presencia de una amina orgánica, produce la polimerización que tiene tiempos establecidos de 20 - 60 segundos.<sup>23</sup> El foto iniciador más utilizado, es la Canforquinona (CQ) que tiene su pico de absorción en la longitud de onda de 420 a 470 nm de luz. De esta manera existe una formación rápida de radicales libres que inician la polimerización.<sup>18</sup>

## **2.9 Clasificación de resinas compuestas**

Para tener una mayor facilidad en la descripción de las resinas tenemos, tenemos la principal clasificación según el tamaño de sus partículas y la distribución por el tamaño.<sup>16</sup>

### **2.10 A. Según el tamaño de las partículas de relleno**

#### **2.11 Macro relleno**

Las macropartículas fueron los primeros componentes de las resinas, creadas en la década de los setenta, estas partículas tenían un grosor de 8-12  $\mu\text{m}$  (micrómetros) Figura 2 <sup>23</sup> ocupando un 60 a 70% de la composición total de las resinas, demostrando de esta manera que las propiedades eran insatisfactorias creando una superficie rugosa, menor brillo con tendencia a pigmentaciones y deficientes en su acabado, por esta razón este tipo de resinas con macropartículas ha ido en desuso.<sup>16-18</sup>

Es importante mencionar que según un seguimiento clínico se demostró que el desgaste de este tipo matriz orgánica aumenta debido a la fricción del cepillado, tornando las superficies más rugosas, favoreciendo de esta manera la retención de pigmentos y generando una alternación de color en la restauración.<sup>16</sup>

#### **2.12 Micro relleno**

Este tipo de resinas se desarrollaron con la finalidad de facilitar el pulido y terminado de las restauraciones.<sup>19</sup> Las micropartículas de las resinas tienen un grosor 0,004  $\mu\text{m}$  (micrómetros) haciendo que la sílice coloidal las agrupe más, conforme a la composición de los aglomerados y estos formen estructuras de 0,04 y 0,4  $\mu\text{m}$  (micrómetros) con reducción del tamaño de carga, dando a la restauración superficies extremadamente lisas insuficientes para casos donde se necesita resistencia.<sup>16-18</sup>

Debido a estas características mecánicas y físicas deficientes, además de presentar gran cantidad de absorción de agua, coeficiente alto de expansión térmica y módulo de elasticidad baja, clínicamente este tipo de resinas no son indicados para usar se en la sección posterior, aunque estas pueden ser una buena elección para el sector anterior, por presentar gran grado de brillo y pulido dando un terminado final satisfactorio para quienes buscan buena estética.<sup>26-27</sup>

### **2.13 Híbridas**

Las resinas híbridas son aquellas como su nombre lo indica, tienen combinaciones de dimensiones de macropartícula que va desde 0.6 a 1  $\mu\text{m}$  y de micropartículas de 0.04  $\mu\text{m}$ . Una característica importante de este tipo de resinas es que en su fase inorgánica contienen partículas de vidrios los cuales son de distinto compuestos y dimensiones, comprende el 60% del total de su contenido.<sup>26</sup>

Un aspecto importante característico de estas resinas es la contracción mínima de polimerización, al igual que la absorción mínima de agua, su excelente propiedad de pulido, y finalmente su coeficiente de expansión térmica al tener semejantes propiedades con la estructura dental.<sup>27</sup>

### **2.14 Nano relleno**

Este tipo de resinas son usadas en el sector anterior, las dimensiones de las partículas que componen este tipo de resinas van de 20 a 75 nm,<sup>23</sup> dando mayor translucidez y pulido gracias al empleo de la nanotecnología; parecido a las resinas de micro relleno, dándoles ventaja a sus atributos físicos, así como la resistencia al desgaste.<sup>27</sup>



## **2.15 Microhíbridas**

Este tipo de resinas presentan un tamaño de partículas entre 0,04 y 0.1µm (micrómetros).<sup>19</sup> Una de las características de estas resinas es que sus partículas irregulares provocan una concentración de tensiones en las zonas más angulosas, mientras que las partículas esféricas distribuyen más uniformemente las tensiones entre el relleno y su matriz.<sup>16</sup>

## **2.16 Nano híbridas**

Las resinas compuestas híbridas que poseen nanopartículas reciben el nombre de resinas nano-híbridas. Las resinas nano híbridas tienen partículas inorgánicas de dimensiones entre 5100 nm (nanómetros),<sup>28</sup> se da básicamente por un proceso innovador que consiste en la síntesis de nanopartículas mediante un proceso químico llamado sol-gel, se las trata con silano para que se agrupen antes de la polimerización y cumplan todas las propiedades físicas y químicas.<sup>18-28</sup> El uso de este tipo de resinas ofrecen alta translucidez, pulido, similar a las resinas de micro relleno pero manteniendo propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas; por estas razones, tienen aplicaciones tanto en el sector anterior como en el posterior.<sup>29</sup>

## **2.17 B Según Polimerización**

- Composites autopolimerizables
- Composites fotopolimerizable.
- Composites duales.

## **2.18 C Según composición de la matriz**

Matriz Orgánica: composites que emplean monómeros de Bis- GMA ya sea de cadena lineal. Ramificada o etoxilada o bien poliuretano. Estos monómeros han sido descritos detalladamente en la composición química de la fase orgánica.

Matriz Inorgánica: en esta categoría se encuentran aquellos composites que emplean matrices de resinas silico- orgánicas son compuestos de silicato modificados orgánicamente, también denominados compuestos orgánicos de silicio (ormoceras). La estructura molecular presenta en su porción orgánica un compuesto inorgánico (silicato) aumentando la cantidad de componentes inorgánicos en el material final las propiedades mecánicas difieren de las matrices convencionales.<sup>30</sup>

La contracción de polimerización es menor ya que hay un posicionamiento estratégico de los dobles enlaces de carbono impidiendo la aproximación de las moléculas durante la formación de la cadena polimérica. La absorción de agua también se disminuye debido a la estructura atómica de este monómero con espacios reducidos para la entrada de agua.<sup>30</sup>

## **2.19 D Según el contenido de relleno**

Bayne y colaboradores clasificaron las resinas compuestas de menor a mayor contenido de relleno:

- Selladores de fosas y fisuras
- Resinas compuestas de micro relleno
- Resinas compuestas fluidas

Las resinas compuestas de baja viscosidad o fluidas fueron introducidas en el mercado en 1996 y se desarrollaron en respuesta a los requerimientos de características especiales de manipulación. Su éxito comercial ha sido sobre todo resultado de una operación de mercado. Se caracteriza por

tener el mismo tamaño de partículas que los composites tradicionales, pero a diferencia de estos el contenido se encuentra reducido y en consecuencia su viscosidad. En la mayoría de los composites fluidos el contenido de la fase dispersa es inferior en un 20 o 25% al de los composites híbridos. La mayoría de los composites fluidos disponibles son híbridos, aunque también los hay de micro relleno.

La principal ventaja es su facilidad de manejo que ha permitido su aceptación inmediata en la práctica clínica, pueden colocarse directamente en la cavidad con la aguja dispensadora, facilitando su aplicación en las zonas de difícil acceso, otra ventaja es el bajón de módulos de elasticidad con respecto a los composites tradicionales. Esta característica ha propiciado su uso en restauraciones de lesiones cervicales como las de abfracion y su aplicación como base de restauraciones de resinas compuestas híbridas o compactables.<sup>30</sup>

## **2.20 Polimerización de las Resinas**

El proceso de endurecimiento o polimerización de las resinas se lleva a cabo mediante reacciones químicas de adición de los monómeros que componen la matriz, hasta formar una molécula de mayor peso molecular llamada polímero.

Previo a que ocurra la polimerización, en el estado inicial de los composites los monómeros están libres, manteniendo una distancia entre sí, determinada por fuerzas de Van der Waals. Para que la reacción se produzca, los monómeros deben ser activados a través de un agente iniciador, el cual una vez activado, utiliza su energía para romper un doble enlace de carbono presente en el monómero, así pasa de ser un monómero pasivo y estable, a ser una molécula altamente reactiva con electrones libres capaces de reaccionar con otros monómeros hasta completar la polimerización.<sup>31</sup>

Una vez que sucede la polimerización, las unidades de monómero ahora presentes en el polímero, se unen entre sí por medio de enlaces covalentes reduciendo las distancias entre ellos, lo que

provoca una reorganización espacial que se traduce en la disminución volumétrica de la matriz, fenómeno conocido como *Contracción de Polimerización*.<sup>32</sup>

Las resinas compuestas se contraen cuando están en condiciones libres, sin superficies a las cuales adherirse; pero cuando el material está adherido a más de una superficie dentaria, la contracción de polimerización se verá afectada producto de esta unión; por lo tanto, no podrá contraerse libremente hacia su centro generando una tensión o estrés de contracción hacia las paredes que la mantienen adherida. El material aprovecha las superficies libres de adhesión para fluir y contraerse libremente disminuyendo las tensiones, de esta forma se evita el colapso del sistema adhesivo.<sup>33</sup>

Este estrés de contracción es de los agentes más destructores dentro del procedimiento de adhesión diente–resina compuesta, porque de no ser controlado, y si excede la fuerza adhesiva de los materiales involucrados, producirá desadaptación del material a los tejidos dentarios lo que causaría inconvenientes tales como la formación de brechas marginales entre el material restaurador y el diente (produciendo microfiltración y paso de sustancias, líquido y bacterias a través ella), pigmentación, sensibilidad post operatoria, fragilidad de la estructura dental, microfracturas o recidiva de caries.<sup>33</sup>

La contracción por polimerización es un fenómeno intrínseco al uso de resinas compuestas, el cual no puede ser evitado, pero sí disminuido y contrarrestado.<sup>34</sup>

La polimerización es un proceso en cadena que tiene una etapa de iniciación en la que actúa un iniciador, una etapa de propagación donde se unen entre sí las moléculas o monómeros y una etapa de finalización que es muy lenta, obteniendo así una estructura en forma de malla o de cadenas cruzadas.<sup>35</sup>

El proceso de polimerización de una resina compuesta puede generarse de cuatro formas:<sup>36</sup>

- Luz visible (Canforquinona)
- Luz UV

- Calor
- Química (auto polimerización)

Para una buena estructura tridimensional, producto de las reacciones químicas de polimerización, las resinas compuestas deben estar compuestas por cuatro elementos esenciales:

Fase Orgánica: en la que está formada por monómeros reinosos, que son básicamente la estructura, son constituidos principalmente por dos tipos de moléculas: una pequeña la cual tiene un grupo aminado, y una molécula grande BIS GMA.<sup>36</sup>

Fase Inorgánica: partículas o rellenos cuyo contenido conforma la estructura tridimensional.

Iniciadores Físicos: (luz o químicos, o ambos) que desencadenan la reacción química.

Componentes Secundarios: que incluyen los aceleradores (moléculas aminadas) y colorantes.<sup>36</sup>

## 2.21 Contracción de la polimerización

Uno de los mayores inconvenientes de las resinas compuestas son la contracción de la polimerización que estas sufren; en donde las moléculas de la matriz resinosa (monómeros) se encuentran separadas antes de polimerizar por una distancia promedio de 4nm (nanómetros), al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esta distancia se reduce a 1.5nm (nanómetros).<sup>25</sup>

La contracción de las resinas compuestas ocurre en tres fases:

- Fase pre-gel: es el inicio de la polimerización en donde los monómeros de la matriz orgánica se encuentran en estado viscoso, pueden moverse y adoptar nuevas posiciones dentro de ella.<sup>37</sup>
- Fase punto – gel: la matriz orgánica de la resina compuesta de estado viscoso se transforma en sólido, formando una macromolécula e impidiendo su movimiento.<sup>38</sup>
- Fase post-gel: la resina compuesta alcanza su mayor rigidez, en esta fase se produce el denominado stress de contracción, debido al acercamiento que se produce entre las moléculas desde la etapa de pre-gel cuya distancia de Van der Waals es de

aproximadamente 0,34nm y al terminar la polimerización la distancia se reduce a 0,15nm, por lo que cabe mencionar que mientras mayor sea el peso molecular de los monómeros de la matriz orgánica de la resina compuesta, menor será su contracción de polimerización.

Cuando las resinas no son adheridas a ninguna superficie que la rodee, la contracción y los vectores de contracción (dirección de la contracción) no serán afectados por ningún agente de unión. De esta manera, la resina compuesta se contraerá o encogerá hacia el centro de la masa.<sup>39</sup>

## **2.22 Inhibidores de polimerización**

Los inhibidores de polimerización son moléculas que se encuentran en la matriz orgánica en pequeñas cantidades tales como el hidroxitoluenobutilado, estas moléculas evitan que se produzca una polimerización esporádicamente al ser expuestos a la luz ambiental.

## **2.23 Grado de conversión**

Se define como el número de enlaces de carbono dobles (C = C) presentes en el monómero, que se convierten en un solo enlace (C - C) para dar cadenas de polímero en el proceso de polimerización. El grado de conversión de las resinas dentales actuales oscila entre el 35 y el 80%.

40

Un mayor grado de conversión confiere a las resinas mejores propiedades mecánicas, pero con el inconveniente de una mayor contracción de polimerización. Se ha determinado que el grado de conversión óptimo para que el comportamiento de una resina dental sea adecuado es del 55%, por lo que una polimerización adecuada es un factor crucial para obtener propiedades físicas óptimas y un buen comportamiento clínico de las resinas compuestas como material restaurador.<sup>41</sup>

La mayoría de las resinas compuestas foto activadas actuales tienen la canforquinona como foto activador, ésta es excitada por la luz visible de color azul con una longitud de onda de alrededor de 470 nanómetros (nm).

La energía de la luz emitida por una unidad de fotopolimerización disminuye drásticamente cuando se transmite a través de resinas compuestas; mientras se incrementa la distancia desde la

superficie de foto activación hasta la resina compuesta, se produce una disminución gradual en el grado de conversión de la resina, además aumenta la cantidad de monómero sin polimerizar, esto conduce a una disminución en la profundidad de polimerización; por tanto, puede dar lugar a un fallo prematuro de la restauración o puede afectar al tejido pulpar.<sup>42</sup>

La profundidad de polimerización determina el grosor del cuerpo de resina fotopolimerizable, manteniendo al mismo tiempo un nivel de conversión de monómero aceptable.<sup>42</sup>

En el estudio realizado por Horning, Gómez et al se analiza el grado de polimerización de dos resinas compuestas a través de tres distintas fotos activadores led. El análisis se llevó a cabo por medio de espectroscopia Raman, evaluando antes y después de la fotopolimerización, en la parte superior (irradiada) y la base (no irradiada) de los cilindros de resina diseñados para este fin. En este estudio los espectros fueron obtenidos con una salida de láser con potencia máxima de 200 mW y escáner de 100 mW y analizados en el espectro 1590 hasta 1660  $\text{cm}^{-1}$ .<sup>43</sup>

## **2.24 Reacciones de polimerización**

Las reacciones de polimerización se dan debido a que la luz de la lámpara de foto curado aporta energía luminosa inicial excitando las moléculas fotosensibles de las resinas compuestas, desencadenando la polimerización. Desde el momento en que la luz excita a la foto iniciador, todo depende de transferencia de energía de molécula a molécula, donde la luz de la lámpara ya no desempeña ningún papel.<sup>28</sup>

## **2.25 Factor “C” o Configuración de la cavidad**

Feilzer et al desarrollaron el concepto de Factor C Cavitario, que corresponde a una simple relación matemática, la cual consiste en dividir las paredes donde el material restaurador se encuentra adherido entre la cantidad de material libre de adhesión. La interpretación del coeficiente indica que cuanto mayor sea el valor del Factor C para una cavidad, esta cuenta con más superficies adheridas, y por tanto la capacidad que posee la resina de fluir será menor, y será menor la capacidad de contraerse libremente, aumentando la tensión residual producto de la contracción de polimerización. Por lo tanto, a mayor factor de configuración, mayor es el estrés generado. Dicho concepto es importante porque de esta forma se puede predecir la magnitud del estrés o tensión generado al interior del material en una preparación durante su polimerización.<sup>44</sup>

Es por esto, que la técnica operatoria para colocar el material dentro de la cavidad preparada debe buscar un Factor C favorable que corresponde a 0.5. Al tener dos paredes adheridas y cuatro no adheridas, en donde haya la menor cantidad de paredes adheridas posibles y a su vez, la mayor cantidad de paredes libres. Para poder lograr esto, se estableció la técnica incremental de aplicación del material.<sup>31</sup>

## **2.26 Técnica Incremental**

Esta se caracteriza por una construcción progresiva de la restauración, agregando pequeñas cantidades de composite menores a 2 mm de grosor en capas sucesivas, las cuales van a ser polimerizadas consecutivamente, con el fin de disminuir la magnitud de la contracción de polimerización, atenuando así la tensión residual entre la resina compuesta y la cavidad, reduciendo la posibilidad de microfiltración marginal y mejorando el sellado entre el diente y la restauración.<sup>32</sup>

Hay diversas formas de realizar la técnica incremental, entre ellas: <sup>44</sup>

- Técnica de reconstrucción horizontal: los incrementos se incorporan en sentido vestibulo-palatino/lingual a lo largo de la cavidad. Su desventaja es que aumenta el Factor C por la cantidad de paredes adheridas en relación con las paredes libres y por consiguiente, aumenta la contracción de polimerización.
- Técnica de reconstrucción oblicua: consiste en la incorporación de incrementos triangulares u oblicuos en las paredes de la cavidad, los que son polimerizados de forma indirecta a través de las paredes cavitarias y luego desde la superficie oclusal de forma directa, para direccionar el vector de polimerización hacia la superficie adhesiva. Esta técnica ayuda a prevenir la distorsión de las paredes de la cavidad y reduce el Factor C, permitiendo un flujo mayor de la resina y por ende una reducción de la contracción de polimerización
- Técnica de reconstrucción cuspídea: consiste en aplicar incrementos que permitan ir reconstruyendo cada cúspide de forma separada hasta completar la cavidad, disminuyendo considerablemente el factor C.<sup>44</sup>



Pese a que se ha demostrado que la técnica incremental contribuye a la reducción de la contracción de polimerización y a su vez, mejora la adaptación marginal, no ha sido capaz de eliminar completamente la microfiltración marginal y las complicaciones que esta conlleva. Por otra parte, esta técnica presenta una serie de desventajas, tales como un mayor tiempo de trabajo operatorio, técnica sensible en donde se pueden incorporar vacíos o burbujas, como también la falta de unión o contaminación entre los incrementos, y la dificultad de acceso tanto en preparaciones conservadoras como en sectores posteriores de la cavidad bucal.<sup>48</sup>

Ante esto surge el concepto de obturar en *un solo paso* para reducir el tiempo invertido en adaptar múltiples capas de composites, ha sido un tema atractivo desde hace algún tiempo y es en este punto donde se procederá a evaluar las resinas tipo Bulk Fill.<sup>31</sup>

## **2.27 Tipos de lámparas para la fotopolimerización**

De los cuatro sistemas más utilizados en la actualidad tenemos:

Halógena de cuarzo – tungsteno: Actualmente, las lámparas más utilizadas en la consulta dental son las lámparas halógenas, debido principalmente a su bajo coste. Entre los principales mecanismos de funcionamiento destacamos su capacidad operativa con una intensidad entre 400 y 800 mW/cm<sup>2</sup>, para llevar a cabo el proceso de polimerización del material en un tiempo de 40 segundos. Es de especial interés conocer las partes que constituyen la lámpara halógena, descritas a continuación.<sup>45</sup>

Bulbo de halógeno: contiene un filamento de tungsteno que produce energía al calentarse. Cuando es calentado con una temperatura de aproximadamente 3.000 kelvin, se vuelve incandescente y emite una radiación electromagnética en forma de luz visible, también genera una gran cantidad de radiación infrarroja. Los bulbos de halógeno tienen un tiempo de vida corto (40-100 horas), ya que se van desgastando con el uso.<sup>45</sup>

Filtros: son necesarios para conseguir emitir únicamente el rango del color azul dentro del espectro de luz visible. Su función es absorber todas las longitudes de onda del espectro, excepto la correspondiente a la luz azul.<sup>45</sup>

Sistema de ventilación: ubicado cerca del bulbo generador de luz, evita el sobrecalentamiento, permitiendo utilizar un bulbo de alta potencia que produce la cantidad de radiación conveniente. <sup>45</sup>

Sistema de conducción de la luz: la luz es conducida a través de un sistema óptico que puede ser flexible o rígido. Es preferible el sistema tipo rígido pues mantiene mejor a lo largo del tiempo la integridad de los componentes ópticos. Entre las principales desventajas que presentan las lámparas halógenas destacamos:

- **Lámparas de arco de plasma**: Fueron diseñadas para aumentar la intensidad de polimerización del composite, hasta intensidades aproximadas de 1.800 mW/cm<sup>2</sup>, disminuyendo el tiempo de polimerización. Su mecanismo de acción se inicia al aplicar un alto voltaje entre dos electrodos, produciendo un arco de luz entre ellos. En cuanto al tiempo requerido para obtener la polimerización, los composites con un alto contenido de relleno se polimerizan en 10 segundos; en cambio los que poseen menor cantidad de relleno y son de tonalidad más clara, lo hacen en 5 segundos. Hashimoto y cols. en 2002 hicieron un estudio en el que la lámpara de arco de plasma utilizada tenía una intensidad de 1800 mW/cm<sup>2</sup> para polimerizar el composite en un tiempo de 6 segundos, y de esta manera presentar propiedades similares a las obtenidas con la lámpara halógena convencional en un tiempo de 40 segundos. La principal desventaja que presentan estas lámparas es el aumento de calor causado por la alta intensidad de radiación provocando efectos negativos en el composite, como es una rápida contracción, que compromete los márgenes de la restauración, y también puede producir lesiones pulpares. <sup>46</sup>
- **Lámpara de diodo electroluminiscente o LED**: Estas lámparas fueron introducidas en el mercado en 1995, con el objetivo de polimerizar determinados materiales dentales. Su principal ventaja se basa en que posee tiempos de curado mucho menores que los utilizados con las lámparas halógenas convencionales, siendo su intensidad aproximadamente 400 mW/cm<sup>2</sup> (35). Conviene considerar que la generación de luz se produce por medio de semiconductores compuestos principalmente por nitrito de galio, que emite luz azul y resulta responsable de la eficacia de este tipo de lámparas. El voltaje es aplicado a través de las uniones que existen entre los dos semiconductores (n-doped y p-doped), dando lugar a una longitud de onda específica (430-480 nm). <sup>47</sup>

Los LED son chips fabricados por la unión de un ánodo (unión p) y un cátodo (unión n) en donde la corriente eléctrica fluye desde el ánodo al cátodo. La longitud de onda de la luz emitida, y por ende su color, dependen de la brecha en la banda energética de los materiales que forman la unión p-n. Las emisiones azules fueron desarrolladas utilizando sustratos semiconductores de Nitruro de Galio-Indio (InGaN).<sup>47</sup>

Desafortunadamente la luz emitida por las lámparas LED no era completamente monocromática, y la cantidad de luz emitida no era suficiente para competir con las lámparas halógenas, es decir; el espectro de luz emitida sólo igualaba el pico de absorción de la canforoquinona (468nm), siendo esto insuficiente para polimerizar adecuadamente las resinas compuestas más modernas y sus nuevos foto iniciadores. Por todo ello se fueron modificando las lámparas LEDs y surgieron tres generaciones: LEDs de 1ª generación o de baja potencia cuya intensidad oscilaba entre 20 -150mW. LEDs de 2a generación la cual tenía una intensidad entre 800 - 1500 mW/cm<sup>2</sup>. LEDs de 3a generación con una potencia comprendida entre los 2500 – 3000 mW/cm<sup>2</sup>.<sup>48-49</sup>

La potencia de las lámparas LED disponibles actualmente en el mercado es muy similar a la de las lámparas halógenas, en torno a los 755 mW/cm<sup>2</sup>. Los estudios demuestran que la calidad de luz de polimerización no es exclusivamente debida a la intensidad de luz, también se debe de tener en cuenta el nivel de absorción del sistema iniciador, esto hace que el espectro emitido sea un factor importante y determinante en el desempeño de una lámpara de polimerización. La curva de absorción de la canforquinona se extiende entre 360 a 520nm, con un máximo a 465nm. El espectro de emisión óptimo de una fuente de polimerización es por lo tanto entre 440 y 480nm. En las lámparas de polimerización convencionales, 95% de la luz es emitida en longitud de ondas entre 400 y 510nm; en contraste, el 95% del espectro emitido de los LEDs azules se sitúa entre 440 y 500nm, siendo la emisión máxima de un LED azul de 465nm, idéntica que el máximo de la canforquinona; la probabilidad de un fotón emitido por una lámpara de polimerización LED de ser absorbido por la canforquinona es por lo tanto mayor que para una lámpara halógena. La ventaja de las primeras lámparas dentales LED era su peso ya que eran livianas y se las podía transportar fácilmente y operaban con baterías. La lámpara de diodo electroluminiscente o LED es un dispositivo manual que contienen una fuente lumínica equipada con una guía rígida de luz de otro tamaño y que está compuesta por múltiples

haces de fibras ópticas. Irradia luz azul a los monómeros de diacrilato los cuales contienen un sistema foto iniciador los cuales producen entrecruzamientos en la resina. <sup>50-51</sup>

## 2.28 Métodos de fotopolimerización de lámparas LED

Acompañando el desarrollo de las resinas compuestas foto activadas se han desarrollado distintos foto polimerizadores: lámparas halógenas, lámparas de arco de plasma, luz láser y luz emitida por diodos (LED), los mismos que se diferencian principalmente por el tipo de luz, longitud de onda, tipo de pulso e intensidad de la luz. De todos ellos, los más utilizados en la actualidad son las lámparas halógenas y las lámparas LED. <sup>52</sup>

Para facilitar el uso de la foto activación para la polimerización de resinas, fueron lanzados al mercado aparatos de luz LED, los cuales permiten alternar la intensidad de la fuente de luz, y permitiendo diferentes técnicas de foto activación, entre las cuales tenemos:

- **Stepped (por pasos):** En esta técnica se aplica un bajo valor inicial de intensidad de luz, por un período determinado, e inmediatamente después, un alto valor de intensidad de luz es utilizado por un período más de tiempo específico. <sup>52</sup>
- **Ramped (rampa):** En esta técnica la foto activación se inicia con un bajo valor de intensidad de luz, y gradualmente va aumentando por un período definido hasta llegar en un alto valor final, el cual permanece por el tiempo restante de la exposición. <sup>52</sup>
- **Pulsed (pulso):** Esta técnica utiliza un bajo nivel inicial de intensidad de luz por un período específico para permitir la polimerización de la superficie por 3 a 5 minutos, mientras el proceso de polimerización interna es dejado ocurrir lentamente. Durante este tiempo, se preconiza realizar el acabamiento y pulido, para entonces partir a la segunda exposición con un alto nivel de intensidad de luz. <sup>52</sup>

La polimerización gradual de activación por pulso ha sido uno de los métodos más utilizados, y cuando comparado a la técnica convencional, demostró menor estrés de contracción de polimerización y mejor adaptación marginal. Tomando siempre en existen factores que pueden modificar la polimerización de resinas tales como: espesor del material, tiempo de exposición, tipo de relleno, efectividad de transmisión de luz. <sup>53</sup>

## 2.30 Ejemplos de lámparas LED

- **Lampara Valo**

La lámpara LED Valo de Ultradent es un equipo de foto curado para materiales dentales, que posee un amplio espectro de polimerización por lo cual está diseñada para polimerizar todos los materiales de foto curado dentro del rango de onda de 395 - 480nm de 10 - 20 segundos; las lámparas Valo está programadas para efectuar procedimientos de polimerización con tres longitudes de onda:

- Potencia estándar
- Potencia alta
- Potencia extra.<sup>54</sup>

### Características

Las lámparas led requieren menos cantidad de energía que otras fuentes lumínicas y no requieren filtros, ni producen calor lo que es también interesante para la polimerización de composites colocados en profundidad.<sup>55</sup>

Potencia elevada, cercana a los 800 -1.200 mW, una densidad de potencia de más de 2.500 mW/cm<sup>2</sup> sin un aumento de la temperatura que pueda afectar su funcionamiento.<sup>54</sup>

Polimerización profunda (varios mm) sin efectos de glaseado térmico superficial, que suelen afectar la superficie de las resinas compuestas.<sup>54</sup>

- **Lampara Bluphase**

La nueva Bluephase se caracterizan por las siguientes propiedades: La nueva Bluephase es la primera lámpara de polimerización de alto rendimiento para un uso ilimitado en la clínica dental. Gracias a que está indicada para cualquier situación clínica, la lámpara LED de alto rendimiento se utiliza para la rápida polimerización de materiales dentales fotopolimerizable en la franja de longitud de onda de 380 – 515 nm. Al igual que las lámparas halógenas, la innovadora Bluephase consigue un amplio espectro de luz de 380 a 515 nm. Con la especialmente desarrollada LED poliwave, la lámpara Bluephase es apropiada para cualquier iniciador de luz y así su uso no tiene restricciones.

Cualquier indicación gracias a un enfriamiento continuo gracias al ventilador integrado virtualmente silencioso, la lámpara Bluephase se puede utilizar durante un período de tiempo sin límite para polimerizar todas las indicaciones. Permite evitar interrupciones desagradables o tener que esperar durante minutos en cualquier momento. Bluephase se puede utilizar para extensos procesos de cementación que implican restauraciones de múltiples unidades, incluyendo la colocación consecutiva de hasta 10 carillas. d. La lámpara se puede utilizar donde quiera que se necesite gracias a la rápida función Click & Cure. Alta intensidad lumínica de 1.200 mW/cm<sup>2</sup> para reducción tiempos de polimerización comenzando desde los 10 segundos. <sup>56</sup>

## **2. 31 Dureza Superficial**

La dureza es la propiedad que tienen los materiales de resistir la penetración de un indentador bajo carga. En este sentido definiremos dureza como la resistencia de un material a la deformación plástica localizada.<sup>57</sup> Considerando la dureza como una propiedad importante y un parámetro valioso en la comparación del material restaurador con la estructura dental.<sup>58</sup> Los valores de dureza en unidades Vickers para esmalte son 348HV y de dentina se expresan en 80 HV.<sup>59</sup>

## **2.32 Métodos empleados para medir la dureza**

Los métodos más utilizados para comprobar la dureza de los materiales de restauración son las pruebas de durometría de Brinell, Knoop, Vickers, Rockwell y Shore. Cada una de ellas difiere de las otras, y presenta determinadas ventajas e inconvenientes. Sin embargo, tienen una cualidad en común: todas ellas dependen de la penetración de algún objeto (denominado indentador) de forma geométrica definida en la superficie del objeto estudiado.<sup>59</sup>

Los indentadores pueden ser de acero, carburo de tungsteno o diamante y tener la forma de una esfera, un cono o una pirámide. La carga aplicada suele oscilar entre 1 y 3.000 kg. La elección de una prueba de durometría depende del material estudiado, de la dureza que previsiblemente puede tener y del grado de localización que se desee. Independientemente de la prueba, el método

general para medir la dureza consiste en aplicar una fuerza estandarizada o un peso determinado sobre la punta penetradora. La aplicación de esa fuerza sobre el indentador produce una indentación de forma simétrica, en la cual se puede medir la profundidad, la superficie o la anchura por medio de un microscopio. Seguidamente se correlacionan las dimensiones de la indentación con unos valores tabulados.<sup>60</sup>

### **2. 33 Sistema Brinell**

El ensayo de dureza Brinell consiste en presionar la superficie del material a examinar con una bolilla de acero muy duro o carburo de tungsteno, produciéndose la impresión de un casquete esférico correspondiente a la porción de la esfera que penetra. El valor de dureza, número de Brinell HB, resulta de dividir la carga aplicada por la superficie del casquete. La profundidad del casquete impreso se mide directamente en la máquina, mientras la carga se mantiene aplicada de modo de asegurar un buen contacto entre la bolilla y el material. Tiene dos inconvenientes: el primero es que no sirve para materiales frágiles. El segundo es que no tiene en cuenta la recuperación que se produce en el material después de retirar la esfera, es decir que no se mide la magnitud real de la penetración sino la penetración menos la recuperación que se produce cuando tiende la superficie a volver a su forma original.<sup>61</sup>

### **2.34 Sistema Rockwell**

Es similar al ensayo Brinell la dureza se determina en función del grado de penetración de la pieza a ensayar por acción del penetrador bajo una carga estática dada. Difiere del ensayo Brinell en que las cargas son menores y los penetradores más pequeños por lo que la impronta será menor y menos profunda. Además, el ensayo Rockwell no requiere la utilización de fórmula alguna para la determinación de la dureza. Esta se obtiene directamente del dial indicador de la máquina ya que la misma está dada por el incremento de profundidad de penetración debido a la acción del penetrador, el cual puede ser una bolilla de acero o un cono de diamante. Ofrece menos garantías de exactitud, pero el ensayo es más rápido y fácil de realizarlo.<sup>59</sup>

### **2.35 Sistema Knoop**

En la microdureza Knoop se utiliza un penetrador de diamante. La dureza se determina mediante el cociente de la carga aplicada y el área de la impronta proyectada sobre la superficie que se evalúa y en la que no debe tenerse en cuenta la recuperación elástica del material. Sin embargo, la medición de la superficie requiere que se retire el penetrador y por lo tanto el material produce la recuperación elástica y la consecuente deformación de la impronta.<sup>61</sup>

### **2.36 Sistema Vickers**

La obtención de la dureza Vickers es semejante a la dureza Brinell ya que se obtiene del cociente de la carga aplicada por la superficie de la muestra. Sin embargo se diferencia de la misma debido a que en este caso se utiliza una carga pequeña y el penetrador es un diamante en forma de pirámide. Las cargas pueden variar de 1 a 100 kg según el espesor y tipo de material. En general las máquinas estándar proveen cargas de 1, 2.5, 5, 10, 20, 30, 50, 100 y 120 kg de las cuales las de 30 y 50 kg son las más usadas.<sup>62</sup>

El ensayo Vickers es considerado el más exacto, debido a la menor deformación que sufre el penetrador, para durezas que sobrepasan los 500 Brinell.<sup>61</sup> En este tipo de ensayos la penetración es del orden de algunos micrones, por lo que pueden ensayarse chapas y láminas extremadamente delgadas, o superficies tratadas en las que el espesor del material a ensayar es muy delgado como es el caso de los materiales dentales.<sup>62</sup>

En los ensayos de microdureza se utilizan aparatos que aplican cargas que pueden variar de 0,01 kg a 2 kg<sup>49</sup>. La huella dejada en las pruebas de microdureza Vickers y Knoop son muy pequeñas y permiten realizar mediciones aun en áreas muy reducidas y se prestan para determinar la dureza de materiales bastante frágiles como lo son los materiales dentarios. Por eso se usará la prueba de microdureza Vickers para medir la dureza superficial en los elementos de restauraciones dentarias. La ventaja de la prueba Knoop sobre Vickers es poder medir laminas mucho más delgadas siendo en Vickers 0.2 mm la medida mínima, suficiente para medidas en materiales dentales.<sup>62</sup>



## **2.37 Resinas Bulk Fill**

Se han denominado resinas Bulk Fill (RBF) aquellas resinas compuestas que, según sus fabricantes, pueden colocarse en un solo incremento de 4-5mm mediante una técnica de bloque. Entre sus características más importantes están el poseer una alta carga de relleno inorgánico y una alta translucidez, permitiendo una profundidad de fotopolimerización mayor y una contracción volumétrica menor que las resinas compuestas convencionales.<sup>63-64</sup> Por tanto, una de las mayores ventajas de estos composites se establece en la opción de colocar incrementos de material restaurador iguales o incluso mayores a 4 milímetros de espesor, sin aumentar la contracción de polimerización o afectar la adaptación a la preparación cavitaria o disminuir el grado de conversión del composite.<sup>65</sup> Su composición no difiere mucho de las Resinas compuestas convencionales. La matriz de estas resinas se basa principalmente en monómeros de Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPDMA. Sin embargo, en algunos casos se han agregado monómeros distintos y/o modificado el clásico monómero de Bowen (BisGMA:2,2-bis[4-(2-hydroxy-3-methacryloxyprpoxy) phenyl] propone) por monómeros de menor viscosidad. Durante los últimos años se han lanzado al mercado distintas formas comerciales este nuevo tipo resinas compuestas llamadas Bulk Fill, por ende, ya es posible establecer una clasificación de acuerdo con su viscosidad, indicación de uso y técnica de aplicación de estos materiales.<sup>66</sup>

### **De acuerdo con la viscosidad**

**Fluidas:** estas resinas permiten incrementos de hasta 4 mm., tienen una consistencia similar a la de las resinas fluidas y han sido indicadas para ser usadas como base en cavidades clase I y II de Black, requiriendo una capa adicional de 2 mm de RC convencional en la cara oclusal

Fluidas con vibración sónica: que corresponde a una RBF

que necesita de una pieza de mano sónica especial para su aplicación y que el fabricante incluso ha patrocinado que puede ser usado hasta en incrementos de 5 mm. Esta es activada por medio de vibración sónica, produciéndose una baja momentánea en la viscosidad durante su aplicación. Esta resina también está indicada en clases I y II prescindiendo de una cubierta oclusal.

Condensables o empaquetables: se pueden usar en incrementos de hasta 4 mm sin la necesidad de una capa oclusal extra realizada con otro material. Se pueden usar en cavidades I y II de Black.

**Según uso:**

- Resinas Bulk Fill de viscosidad fluida para ser usada como base cavitaria.
- Resinas Bulk Fill de viscosidad fluida activada sónicamente para ser usada como material de restauración directa.
- Resinas Bulk Fill de viscosidad normal para ser usada como material de restauración directa. A pesar de que los fabricantes indican el uso de este material en toda la cavidad, hay que mencionar que se ha recomendado, en algunos casos, la adición de una última capa superficial de RC convencional para otorgar mejores propiedades estéticas.

**Según técnica de aplicación:**

- Monobloque
- Mono bloque con activación de vibración sónica
- Mono bloque con capa superficial de resina compuesta convencional (Figura 3)

En lo que se refiere a la composición de las RBF, sus componentes son muy similares a los de las resinas convencionales, la matriz se compone básicamente de monómeros de BIS-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPDMA. Dependiendo de la casa fabricante, se han adicionado monómeros distintos o

se ha modificado el clásico monómero de Bowen (BIS-GMA) por otros de menos viscosidad, los cuales brindan mayor fluidez al material y por tanto menor contracción por polimerización.<sup>67</sup>

En lo que se refiere al relleno, se ha observado una disminución en la proporción de éste; si se compara con las resinas compuestas convencionales; además de un aumento en el tamaño de las partículas en algunas de estas resinas. Lo anterior permitiría una mayor profundidad de curado debido a la disminución de la diferencia entre el índice de refracción de matriz y relleno. Existen cinco aspectos relevantes clínicamente y por los cuales las RBF han sido objeto de varios estudios in-vitro, ya que son aspectos que permiten evaluar su capacidad como material restaurador:<sup>67</sup>

- **Profundidad de curado:** este es un aspecto básico, ya que, a través del tiempo, uno de los principales inconvenientes de las resinas compuestas convencionales es la falta de polimerización en las capas más internas de la cavidad, lo cual genera degradación del material y por consiguiente disminución en sus propiedades mecánicas. Según la norma *ISO 4049-2009* la profundidad de curado no debe ser menor que 0.5mm del valor establecido por la casa fabricante.
- **Contracción y estrés por polimerización:** esta característica se encuentra relacionada con la rigidez del material, la tasa de curado y la manera en que el material permite la liberación del estrés. Dicha cualidad tiene una implicación clínica importante, ya que, puede producir una disminución en las propiedades físico-mecánicas del material, fractura dentaria, microfiltración, entre otros.<sup>68</sup>

Aunque la técnica incremental se desarrolló como respuesta a este aspecto, con la aparición de las RBF, los estudios relacionados aún son escasos; se ha observado menor flexión cuspídea en premolares con restauraciones clase II mediante técnica de monobloque, comparada con las restauradas mediante técnica incremental. Estos mismos estudios muestran también un menor estrés por polimerización en RBF frente a las convencionales en pasta y fluida, obteniéndose en este último caso variantes dependiendo del producto.<sup>67</sup>

- **Integridad marginal:** este aspecto se relaciona íntimamente con el punto anterior, no se han encontrado diferencias significativas entre la integridad marginal al comparar RBF frente a resina convencional, se carece de estudios in-vitro que comprueben este aspecto.<sup>67</sup>

- **Propiedades de manipulación:** por su menor contenido de relleno, las RBF presentan menor grado de viscosidad, lo que dificulta al clínico poderlas esculpir fácilmente.<sup>67</sup>
- **Propiedades mecánicas:** su estudio es de mucha importancia debido a que un material debe soportar las fuerzas masticatorias, principalmente la RBF de viscosidad normal, que soporta carga oclusal directa.<sup>67</sup>

En lo que se refiere a resistencia de flexión, según un estudio realizado por la ADA, se obtuvieron valores superiores a 80 MPa, mismos que fueron comparables a los obtenidos por las RC convencionales, pero mayores a los de la RC fluida. En cuanto a dureza superficial, las RBF de viscosidad normal cumplen las especificaciones de la ADA, según una evaluación realizada por este mismo ente; esta característica es de mucha importancia, pues demuestra que es un material capaz de resistir las fuerzas oclusales. Otras variables evaluadas fueron: el módulo de indentación, dureza, módulo flexural y resistencia a la deformación, las cuales tienen una estrecha relación con la cantidad de relleno presente en la resina, y que como se ha mencionado anteriormente, en algunas RBF está reducido. Es por esta razón que aquellas RBF de viscosidad fluida (menor relleno) requieren de la colocación de una capa superficial de RC convencional para poder resistir la aplicación de fuerzas en zonas de alta carga oclusal.<sup>68</sup>

Según el artículo la técnica por incrementos hasta hace poco tiempo era considerada el método de elección para las resinas compuestas, sin embargo, recientemente ha surgido en el mercado una nueva resina que no necesita la aplicación por incrementos indicados para la restauración de dientes posteriores (2mm), más conocida como Resinas Bulkfill. Esta resina, aplicada en incrementos de hasta 4 mm de espesor, demuestra similar polimerización cuando se compara con las resinas aplicadas con la técnica incremental y presenta como ventajas un menor tiempo de trabajo por parte del odontólogo.

Las resinas Bulk Fill se crearon con el objetivo de realizar incrementos mayores a 4 mm sin tener limitaciones en el grado de polimerización del material, disminuir el efecto de contracción y reducir la cantidad de vacíos dentro de los incrementos, según el autor Wanderley<sup>1</sup>. No obstante, Wanderley, afirma que, para poder realizar incrementos de 4 mm de profundidad, se debe de

utilizar la luz de polimerización con una intensidad de más de 1000mW/cm<sup>2</sup> por un tiempo de 20 segundos.<sup>69</sup>

Según Moharam en su estudio realizado en el 2018 habla que los materiales de resinas de relleno a granel tienen una alta translucidez que permite que la luz penetre más profundamente en la resina. Como primer punto menciona que las resinas bulkfill alcanza una profundidad de curado aceptable a 4 mm dependiendo del material y las condiciones de fotocurado, segundo que los dispositivos LED que muestran una irradiancia  $\geq 1000$  mW / cm<sup>2</sup> (onda mono / onda polivinílica) y tiempos de exposición de alrededor de 20 segundos se recomiendan principalmente para lograr una profundidad de curado aceptable en la mayoría de las resinas bulkfill a 4 mm, y tercero que el uso de unidades de fotopolimerización de ondas de polietileno fue útil pero no estrictamente necesario para las resinas bulkfill que contienen un foto iniciador alternativo.

Por lo tanto, el innovador sistema de iniciación de la polimerización que redujo el tiempo de fotopolimerización y aumentó la profundidad de curado. La baja contracción de polimerización de las resinas bulkfill junto con su alto contenido de relleno, dio como resultado una polimerización muy baja que permitió la aplicación de capas compuestas de resina más gruesas. En segundo aspecto la medición de la micro dureza de la superficie demostró ser un método práctico para determinar el grado de conversión de monómero los materiales compuestos de resina por tanto los perfiles de dureza se pueden usar para medir la profundidad de curado de tales materiales resinosos.

Para concluir Moharam, dice que los materiales de las resinas Bulkfill mostraron valores más altos de microdureza de superficie Vickers en las superficies superior e inferior, ya sea que estos se

---

<sup>69</sup> Renally Bezerra Wanderley Lima, Cristhian Camilo Madrid Troconis, Marina Barreto Pereira Moreno, Fabián Murillo-Gómez, Mario Fernando De Goes, (2018), Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review.

realicen en incrementos o a granel. De igual forma ambos compuestos de resinas Bulkfill mostraron una mayor profundidad de curado con respecto a ambas técnicas de inserción.<sup>70</sup>

Según Farahat en su estudio realizado en el año 2015 afirmó que, debido a la búsqueda de estrategias para la restauración rápida de las caries dentales profundas, se llegó a la necesidad de desarrollar y comercializar nuevos materiales con la capacidad de aumentar la profundidad de la polimerización en los últimos años, debido a esto se introdujeron las resinas Bulk fill, las cuales contienen una menor cantidad de relleno con un mayor tamaño. La presencia de un relleno de mayor tamaño (hasta 2  $\mu\text{m}$ ) en su estructura reduce el nivel de conectividad entre el relleno y la matriz pueden ayudar a que haya una mejor transmisión de luz azul de curado al punto más profundo de la restauración. Según los fabricantes las resinas Bulk Fill tienen la capacidad de reemplazo en cavidades profundas con espesores entre los a 4 a 5 mm en una sola capa sin tener la necesidad de realizar un proceso de curado más largo o una severa irradiación.

Muchos factores como la composición del relleno, la traslucidez, el tamaño, la intensidad de la LED, el tiempo de curado, la concentración del fotoiniciador y la composición del monómero, pueden tener efectos en la profundidad de curado, el aumento del relleno y la aplicación irregular de relleno en la composición de los compuestos puede llevar a una mayor área de contacto de la resina y el relleno y reducir la cantidad de transmisión de la luz, la transmisión de la luz también reduce en compuestos de rellenos de gran tamaño, una de las mejores formas de mejorar la profundidad de curado podría ser aumentando la traslucidez de los materiales al coincidir los índices de refracción de los rellenos y de la matriz.

Este estudio tenía como objetivo evaluar el efecto del tiempo de irradiación y la profundidad de curado de las resinas bulk fill en comparación con la profundidad de curado con las resinas de tipo universal. El autor realizó el estudio de dos grupos de resinas (Tetric N Ceram y Tretic N Ceram universal). Dentro de las limitaciones del presente estudio, se concluyó que la profundidad de curado de la resina bulk fill (Tetric N ceram) fue mejor que la resina de tipo universal (Tetric N

---

<sup>70</sup> Lamiaa-Mahmoud Moharam, Ahmed-Zohair El-Hoshy, Karim Abou-Elenein (2016) The effect of different insertion techniques on the depth of cure and vickers surface micro-hardness of two bulk-fill resin composite materials

Ceram) en todos los tiempos, el autor recomendó una adecuada profundidad de curado de hasta de 4 mm.<sup>71</sup>

Según Ali Riza Cetin en su estudio realizado en el año 2019 afirmó que desde que los compuestos ingresaron a la odontología en la década de 1960, se han experimentado diversas propiedades entre las que se encuentran las propiedades mecánicas, físicas, biológicas y estéticas, según las necesidades de los dentistas. A pesar de estas mejoras, los dentistas han experimentado muchas dificultades en las etapas de colocación e irradiación de las resinas. Una de las dificultades más importantes es la polimerización inadecuada, esto se debe a que la luz no alcanza ciertas profundidades, la polimerización insuficiente provoca la degradación de la resina, debido a los monómeros no polimerizados y las bajas propiedades físicas. Específicamente en cavidades grandes para evitar una polimerización inadecuada, los compuestos se aplican en capas de 2 mm con el fin de lograr una dureza suficiente y evitar la contracción de la polimerización. Debido a estas dificultades se introdujo al mercado un nuevo tipo de resinas a bases de relleno granel llamadas bulk fill. Se ha demostrado que las resinas bulk fill superan circunstancias como la incorporación de huecos, la contaminación entre capas y la facilidad de aplicación en cavidades profundas.

Según Cetin la profundidad del curado se puede determinar a partir de varios métodos, como el sistema ISO 4049 el cual aboga por el raspado del material no fraguado después de la irradiación y la medición de la longitud de la muestra, al medir la dureza o el grado de conversión de las superficies superior e inferior de la muestra, el borde entre el material curado y el material no curado se determina mediante microscopía óptica y por medio de la microdureza superficial del compuesto de resina. A medida que aumenta la profundidad, el grado de conversión disminuye debido a que los rayos de luz que pasan a través de los compuestos de la resina se reducen. En este estudio el autor para medir la profundidad de curado de diferentes compuestos de resina de bulk fill utilizó un perfil de microdureza superficial.

---

<sup>71</sup> Farahat F, Daneshkazemi AR, Hajiahmadi Zc, (2016), The Effect of Bulk Depth and Irradiation Time on the Surface Hardness and Degree of Cure of Bulk-Fill Composites

Se concluyó que las resinas Bulk fill utilizadas para el estudio tenían suficientes propiedades de polimerización con un espesor de incremento de 4 mm, de acuerdo con las indicaciones de los fabricantes. La profundidad de curado del material probado es similar a otros compuestos de resinas Bulk fill debido a que mantienen la microdureza superficial existente hasta 5,5 mm. Las resinas utilizadas en este estudio son materiales prometedores, ya que son útiles en clínicas para la obturación de cavidades profundas cuando no es posible utilizar técnicas incrementales que requieren mucho tiempo de trabajo debido al bajo cumplimiento de los pacientes.<sup>72</sup>

Según Colombo en su estudio realizado en el 2020 menciona que las resinas Bulkfill se pueden usar en un solo paso para llenar cavidades de 4 mm de profundidad, pero los odontólogos deben considerar los riesgos de descomposición secundaria y citotoxicidad que todavía están asociados con estas resinas. La primera objeción a las Bulkfill se refiere a su profundidad efectiva de curado, considerando la disminución gradual del grado de conversión de la superficie externa expuesta a la luz de curado, siendo la dispersión y la absorción los principales factores relacionados con la atenuación de la luz.

Mencionando también que se ha demostrado que la profundidad de curado compromete la estabilidad del color, pero sobre todo la mecánica y propiedades biológicas de las restauraciones. En cambio, con respecto a las propiedades biológicas, un curado incompleto podría ser responsable de la colonización bacteriana. De hecho, el lanzamiento de monómeros (como EGDMA y TEDGMA) de compuestos curados incompletamente se ha informado que promueve la proliferación de bacterias cariogénicas, además de estar asociadas con la citotoxicidad de los fibroblastos gingivales.

---

<sup>72</sup> Ali Riza Cetin, Ahmet Ercan Hataysal, Taibe Tokgoz Kaplan<sup>2</sup>, Murat Selim Botsali, (2019), Depth of Cure and Microhardness of a New Composite vs. Bulk-fill Composites.



Por tanto, Colombo concluye que a pesar de las limitaciones en su estudio in vitro, todos los compuestos de resina bulkfill probados presentaron una profundidad de curado adecuada, que no incurre un riesgo mayor de caries secundaria en comparación con las resinas tradicionales. También menciona una disminución en los valores de microdureza significativamente después del almacenamiento en ácido de 1 día y 7 días, lo que puede facilitar a una posterior colonización bacteriana de las restauraciones, con riesgo de caries secundaria.<sup>73</sup>

Anand Yokesh en su estudio realizado en el año 2017 mencionó que el éxito clínico de una restauración de resina compuesta depende de varios factores, entre los cuales se encuentran: la profundidad de curado, el grado de polimerización, la contracción de polimerización, el coeficiente de expansión térmica, el módulo de elasticidad, la resistencia al desgaste, el factor C, entre otros. La profundidad de curado se define como el espesor de una resina fotopolimerizable que se puede convertir de un monómero a un polímero, esto sucede cuando se expone a una fuente de luz, todo esto bajo un conjunto de condiciones específicas.

Cuando la luz se transmite a través de la resina compuesta, hay una disminución gradual en el grado de conversión a medida que aumenta la distancia desde la superficie irradiada, esto conduce a la evolución del monómero, lo cual provoca el fallo de la restauración.

Por lo tanto, el grosor de incremento de 2 mm estándar para la colocación y curado de la resina composite, es altamente sensible a la técnica y requiere mucho tiempo en casos de restauraciones posteriores más grandes o durante procedimientos de acumulación de núcleos, donde se indican restauraciones compuestas. Para abordar estos problemas, varios fabricantes han introducido recientemente un nuevo tipo de resinas, llamadas resina Bulk fill que afirman curar un espesor de incremento máximo de 4 mm. Por consiguiente, se ha logrado una mayor translucidez y un mayor contenido de foto iniciador o un tipo de foto iniciador adicional pueden ser los factores responsables de una mejor profundidad de curado de estos materiales compuestos de resina. Gracias a las propiedades de baja viscosidad y el fácil manejo de estos compuestos fluidos, han sido beneficiosos para restaurar cavidades de difícil acceso, formando estructuras en capas que

---

<sup>73</sup> Marco Colombo, Simone Gallo, Claudio Poggio, Vittorio Ricaldone, Carla Renata Arciola, Andrea Scribante (2020) New Resin-Based Bulk-Fill Composites: in vitro Evaluation of Micro-Hardness and Depth of Cure as Infection Risk Indexes.

reducen el atrapamiento de aire y finalmente se usan como revestimientos debido a su mayor flexibilidad. Sin embargo, a pesar de las limitaciones que el estudio presento, Anand Yokesh concluyo que las resinas bulk fill tienen una mejor profundidad de curado, un mejor grado de conversión, mejor tiempo de vida de la restauración en la cavidad oral y mejor resultado en restauraciones de difícil acceso en comparación que las resinas convencionales.<sup>74</sup>

Según Shimokawa, al realizar un estudio de diferentes tipos de resinas bulkfill con relación a la microdureza y profundidad de curado, observó utilizando una pieza molar con una longitud mesial y distal de 12 mm, una caja oclusal de 2.5 mm de profundidad y dos cajas proximales de 4.5 mm de profundidad, el diámetro de punta de luz de curado es más amplia, un perfil de haz de luz más homogéneo y tiempos de exposición más largos cuando se fotoactiva en los sitios MOD realizadas en la pieza dental. Se utilizaron 2 lámparas, primero la Valo Grand, seguido por el Bluephase 20i, esta produjo los valores de dureza más altos (p, 0.05) en el centro de las muestras de 12 mm de ancho de Tetric EvoCeram Bulk Fill. Concluyendo que llega menos luz al fondo de las cajas proximales y la microdureza en estas regiones se vio afectada negativamente y se recomienda fotopolimerizar desde más de una ubicación.<sup>75</sup>

Reis afirma en su estudio del 2017 que varias resinas Bulkfill que se encuentran actualmente en el mercado, incluyendo las de baja y alta viscosidad, cada resina Bulkfill adopta diferentes estrategias para lograr una alta transmisión de luz y fluidez. Una profundidad de curación suficiente puede ser lograda mediante el uso de moduladores de polimerización específica, mejorando la translucidez y

---

<sup>74</sup> Anand Yokesh, P Hemalatha, M Muthalagu, M Robert Justin, (2017), Comparative Evaluation of the Depth of Cure and Degree of Conversion of Two Bulk Fill Flowable Composites

<sup>75</sup> Carlos Alberto Kenji Shimokawa, Miriam Lacalle Turbino, Marcelo Giannini, Roberto Ruggiero Braga, Richard Bengt Price, (2019), Effect of Curing Light and Exposure Time on the Polymerization of Bulk-Fill Resin-Based Composites in Molar Teeth.

utilizando sistemas iniciadores más potentes. Generalmente, las resinas Bulkfill de baja viscosidad presentan un bajo contenido de relleno para aumentar la fluidez.<sup>8</sup>

Sin embargo, algunos materiales presentan alto contenido de relleno, pero logran una fluidez a través de la activación sonora (SonicFill). Los fabricantes de resinas Bulkfill indican que los materiales presentan mayor profundidad de curado y menor polimerización inducida por tensión de contracción que las resinas convencionales.

Por consiguiente, Reis concluye en su estudio que el alto nivel de evidencia disponible para estudiar la eficiencia de polimerización de los materiales de las resinas bulkfill estas tienen una probabilidad de cumplir con requisitos importantes para un curado adecuada a 4 mm de profundidad. Las RBF de baja viscosidad se desempeñaron mejor con respecto a la polimerización en comparación con las RBF de alta viscosidad.<sup>76</sup>

Actualmente, los compuestos de resina bulkfill pueden variar según su viscosidad: mientras que algunos materiales poseen baja viscosidad (flujo), otros pueden presentar una viscosidad similar a la pasta (regular). La diferencia entre las resinas regulares y las flow bulk-fill es que, la primera es tan fuerte como los restauradores convencionales, la segunda no es lo suficientemente fuerte como para soportar cargas masticatorias, ya que necesita una protección superficial con una capa delgada de compuesto de resina convencional. Por lo tanto, la restauración dental con la resina flow bulk-fill implica la combinación de este restaurador con una resina convencional, mientras que al usar la versión de viscosidad regular no hay necesidad de combinarlo con ningún otro restaurador.

Lacerada menciona en su estudio realizado en el 2019 que todas las resinas bulkfill muestran una aplicación prometedora en la restauración de cavidades de Clase I en dientes premolares, demostrando un rendimiento mecánico y confiabilidad similares a comparación de las resinas convencionales. A partir de las resinas bulkfill probadas en su estudio, la versión con viscosidad

---

<sup>76</sup> André Figueiredo Reis, Mariana Vestphal, Roberto Cesar do Amaral, José Augusto Rodrigues, Jean-François Roulet, Marina Guimarães Roscoe, (2017) Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review.

regular parece presentar un comportamiento más conforme, soportando mayores cargas y deflexiones que los otros restauradores.<sup>77</sup>

Kogan en el 2016, a su vez, menciona que existen otros factores que pueden afectar la profundidad de curado como el tipo de resina, el color y traslucidez, el grosor de cada incremento y la distancia de la punta de la unidad de curado a la resina. Para la completa polimerización de una resina, hay tres características importantes que cualquier unidad de curado debe poseer: una adecuada fuente de luz (intensidad), longitud de onda y tiempo de exposición.

De acuerdo con Kogan en su estudio menciona que el sistema Fill-Up a los 3 y 15 seg presenta mayor profundidad de curado y mejor dureza que permite incrementos de hasta 6 milímetros que con el sistema SonicFill. Y menciona también que el sistema Fill-Up puede ser aplicado en cavidades profundas, ya que el factor de polimerización dual asegurará la completa dureza en las partes más profundas de la restauración.<sup>78</sup>

Según Parasher en su estudio realizado en el 2019 habla sobre las resinas de curado y menciona lo siguiente, las resinas bulkfill son los materiales restauradores nuevos que se dice que presentan un curado mejorado, polimerización controlada, tensiones de contracción y una deflexión cuspídea reducida, se menciona que se foto activan efectivamente en capas de hasta 4 mm y como tal, se pueden usar en preparaciones profundas. Menciona también que la traslucidez más alta observada en las resinas bulkfill en comparación con los compuestos de resina convencionales permite una transmisión de luz superior y, por lo tanto, una mejor polimerización. Un mayor porcentaje de conversión (DC) muestra que las resinas bulkfill se debe a una mejor penetración de la luz, ya que los materiales exhiben una opacidad reducida. Por consiguiente, varias resinas bulkfill ya están disponibles en el mercado, se afirma que exhiben una profundidad de curado superior (DOC), superior a 4 mm, poniendo como ejemplo una de ellas, X-tra fil® (XTF) (Voco

---

<sup>77</sup> Luciano Rosa de Lacerdaa, Mayara Bossardib, Werônica Jaernevay Silveira Mitterhofer, Fabíola Galbiatti de Carvalho, Hugo Lemes Carlo, Evandro Pivad, Eliseu Aldrighi, (2019), New generation bulk-fill resin composites: Effects on mechanical strength and fracture reliability.

<sup>78</sup> Alejandro Kogan B, Enrique Kogan F, Dulce Haydeé Gutiérrez Valdez (2016), Estudio comparativo de profundidad de curado y dureza entre dos sistemas de resina "bulk-fill" con dos tiempos de polimerización usando una lámpara de alta intensidad.

GmbH, Cuxhaven, Alemania), un compuesto posterior basado en la tecnología de relleno multi-híbrido, está disponible en un tono universal, que puede curarse hasta una profundidad de 4 mm. en 10 segundos.

Los resultados del estudio de Parasher indica que las variaciones en el tamaño y la cantidad de relleno influyen significativamente en la profundidad de curado y la rugosidad de la superficie de las resinas dentales. Por cierto, en las resinas probadas, el compuesto multi-híbrido presento una profundidad de curado superior (XTF), mientras que la resina nano híbrido presento un acabado superficial superior (TEC).<sup>79</sup>

Flury, menciona en su estudio realizado sobre la influencia en el grosor del incremento en la microdureza y la resistencia de unión a la dentina de las resinas bulkfill menciona que este midió la microdureza del compuesto de resina convencional y de las resinas bulkfill a diferentes distancias de la superficie irradiada. Los perfiles de dureza de la superficies mostraron una disminución gradual en la microdureza desde la parte superior hacia la parte inferior y esta disminución varió notablemente dependiendo del tipo de compuesto de resina; dado que la medición de microdureza se ha considerado un método útil para sondear indirectamente la conversión de la red de polímeros, la disminución gradual de la microdureza a lo largo del perfil de dureza de la superficie sugiere que haya una disminución en el grado de conversión de los compuestos de resina al aumentar la distancia desde la superficie irradiada.

Flury concluye que la microdureza disminuye al aumentar el grosor del incremento de las resinas bulkfill, pero la resistencia al cizallamiento permaneció constante al aumentar el grosor de los incrementos de las resinas bulkfill.<sup>80</sup>

---

<sup>79</sup> Anusha Parasher, Kishore Ginjupalli, Krishnaraj Somayaji, Pradeep Kabbinala, (2019), Comparative evaluation of the depth of cure and surface roughness of bulk-fill composites: An in vitro study.

<sup>80</sup> Simon Flury, Anne Peutzfeldt, Adrian Lussi, (2014), Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulkfill resin composites.

Como menciona el autor Hasslen en su artículo que los compuestos a base de resina de relleno a granel (bulkfill) disponibles en el mercado presenta una profundidad de curado de 4 mm, lo que esto les ahorraría tiempo al paciente y al odontólogo. Sin embargo, las resinas bulkfill aún no han resistido la prueba del tiempo, y muchos profesionales se muestran adversos a poder adoptar su uso clínico sin investigación.

En efecto la artículo de Hasslen menciona La eficiencia y la eficacia de las unidades de curado LED están mostrando resultados comparables a las unidades QTH, teniendo en cuenta los valores de irradiación de las unidades de curado, halógeno de cuarzo-tungsteno (QTH) emite menos de 1,000 mW / cm<sup>2</sup>, mientras que el LED muestra valores superiores a 1,000 mW / cm<sup>2</sup>, y algunos fabricantes afirman valores tan altos como 5,000-6,000 mW / cm<sup>2</sup> por consiguiente el odontólogo debe poder medir con precisión la irradiación, ya que la relación entre el grado de conversión de las resinas y la cantidad de exposición a la luz muestran un patrón recíproco, mientras que los compuestos a base de resina y la cantidad de exposición a la luz exhiben un patrón lineal desde el punto de vista de Hasslen.<sup>81</sup>

Flury en su estudio del 2016, habla que para poder poder confirmar que las resinas bulkfill son curables es espesores hasta 4 mm o más menciona a la " Organización Internacional de Normalización ISO" esta se introdujo como un método para definir el incremento máximo de espesor de los compuestos de resina en la segunda edición de ISO 4049 en el año 1988 y de acuerdo con este método, el compuesto de resina que se va a probar se llena en un molde en forma de tubo se fotopolimeriza, se saca del molde y el material compuesto de resina sin curar se retira con una espátula que deja una forma cilíndrica dura. Finalmente, la longitud absoluta de esta forma dura se mide y se divide por dos; y el valor resultante se registra como la profundidad de curado y define el grosor de incremento máximo. El estudio de Flury encontró que para las resinas Bulkfill, el método ISO 4049 sobreestimó la profundidad de curado en comparación con la determinación de las estimaciones de dureza de Vickers del grado de conversión.<sup>82</sup>

---

<sup>81</sup> Jennifer A. Hasslen, Wayne W. Barkmeier, Raymond S. Shaddy, and Jared R. Little, (2018), Depth of cure of high-viscosity bulk-fill and conventional resin composites using varying irradiance exposures with a light-emitting diode curing unit.

<sup>82</sup> Simon Flury, Stefanie Hayoz, Anne Peutzfeldt, Jürg Hüsler, Adrian Lussi, (2012), Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulkfill materials.

Un estudio presentado por U Jin en el 2016 determina lo siguiente, que a prueba ISO resulta en mayores profundidades de curado en comparación con la prueba de dureza Knoop esta prueba se utiliza para determinar la dureza mecánica de materiales . Por lo tanto, para las pruebas de ISO como de dureza, se descubrió que la profundidad de curado de las resinas bulkfill depende del producto y es mayor que las resinas convencionales. La dureza de las resinas bulkfill disminuyó al aumentar la profundidad. Pero ninguna de las resinas bulkfill fue capaz de alcanzar una profundidad de curado de 4 mm en función de una relación de profundidad según los resultados del estudio, las resinas bulkfill no deben colocarse en incrementos únicos de más de 2.5 a 3 mm para minimizar las complicaciones posteriores a la colocación.

Según el autor U Jin, La prueba ISO resultó que a mayores profundidades de curado en comparación con la prueba de dureza Knoop. Tanto para las pruebas de ISO como de dureza, se descubrió que la profundidad de curado de las resinas bulkfill es mayor que los compuestos estándar. Menciona también que la dureza de las resinas bulkfill disminuyó al aumentar la profundidad. Y que las resinas bulkfill no deben colocarse en incrementos únicos de más de 2.5 a 3 mm para minimizar las complicaciones posteriores a la colocación.<sup>83</sup>

Las propiedades fisicoquímicas de las resinas bulkfill se han verificado desde una variedad de perspectivas. Sin embargo, no se garantiza una relación entre estas propiedades y el rendimiento clínico de los materiales. Por otro lado, los estudios de laboratorio en configuración clínica relevante pueden proporcionar información útil sobre el rendimiento clínico de estos materiales. Así mismo los compuestos de resina bulkfill se comercializan principalmente como compuestos de resina de baja viscosidad (fluidos) o de viscosidad regular y esto es debido al desgaste y a las propiedades mecánicas que presenta y se recomienda colocar la mayoría de los compuestos de las resinas bulkfill con una capa adicional de resina híbrida sobre la superficie oclusal. Aunque la comparación de la adaptación interna entre las resinas bulkfill y la técnica convencional por incrementos produjo una mejor adaptación interna que la técnica de las resinas bulkfill, según el autor Hayashi.

---

<sup>83</sup> Adrian U Jin YAP, Mirali PANDYA, Wei Seong TOH, (2016), Depth of cure of contemporary bulk-fill resin-based composites.

Además, gracias a la exploración láser de alta velocidad, la rápida tecnología digital analógica (DAC) y el potente procesamiento de imágenes en 3D, la tomografía de coherencia óptica es un método único para la observación en tiempo real y la cuantificación 3D de la formación de defectos en los compuestos de resina dental. Además del análisis de defectos, la imagen 3D puede ser simplemente aplicable para el análisis de volumen de contracción.<sup>84</sup>

Las propiedades clave que deben tener los compuestos de resinas bulkfill son la disminución de la contracción de polimerización, una profundidad de curado razonable, lo suficientemente fluida como para alcanzar todas las áreas y superficies de la preparación sin crear huecos, excelentes propiedades físicas en términos de desgaste y función y estética.<sup>17</sup> Dado que se ha demostrado que la medición de la dureza es un método práctico para determinar indirectamente el grado de conversión para un compuesto de resina, los perfiles de dureza se pueden usar para medir la profundidad de curado de las resinas, según lo menciona el Aggarwal en su estudio in-vitro.<sup>85</sup>

Recientemente Rizzante menciona que con el desarrollo de las resinas Bulkfill, la técnica incremental que podría ser sustituido por una técnica de incremento en un solo bloque. Para esto, los fabricantes afirman que el compuesto de resina bulkfill es capaz de controlar el proceso de polimerización, así como asegurar una profundidad adecuada de curado incluso cuando la resina se utiliza en incrementos más grande. Para permitir la inserción de incrementos más grande, la base molecular de estos compuestos de resina se cambió por reducción o sustitución de Bis-GMA, que da como resultado un monómero de menor viscosidad, o usar monómeros con mayor peso molecular, generalmente basado en Bis-EMA, TEGDMA, EBPDMA y UDMA monómeros.

Con el desarrollo de nuevas tecnologías como la micrografía computarizada de rayos X tomografía ( $\mu$ -CT), análisis tridimensional de la contracción volumétrica podría ser más simple y confiable. Menciona Rizzante en el año 2019, en su estudio que habla de la profundidad de curado de las

---

<sup>84</sup> Juri Hayashi, Jorge Espigares, Tomohiro Taakagaki bl, Yasushi Shimada, Junji Tagami, Tomoko Naumata, Daniel Chan, Alireze Sadr, (2019), Real time in depth imaging of gap formación in bulkfill resin composites.

<sup>85</sup> Nidhi Aggarwal, Anjula Jain, Hitesh Gupta, Aman Abrol, Charanjeet Singh, and Tenzin Rap, (2019), The comparative evaluation of depth of cure of bulk-fill composites – An in vitro study.



resinas bulkfill menciona que los compuestos de resina las resinas Bulkfill se pueden subdividir en dos grupos: los materiales que pueden estar expuestos al entorno oral (generalmente de alta viscosidad), con mayores propiedades mecánicas y aquellos que deberían usarse como base - revestimiento (generalmente baja viscosidad - fluido), en el que el fabricante recomienda una capa de cobertura con resina convencional compuesta.

Rizzante, afirma que el uso de incrementos mayores suele ser asociado con un factor C más alto, que puede aumentar el desarrollo del estrés por contracción. Los fabricantes utilizan diferentes enfoques para garantizar una polimerización adecuada en cavidades profundas como la incorporación de nuevos foto iniciadores reactivos, reducción de la opacidad de las resinas compuestas (a través de cambios en el contenido de relleno como aumento en tamaño de partículas o reducción de la falta de coincidencia entre rellenos e índices de refracción de matriz orgánica). Menciona también que la mayor translucidez para algunos compuestos de resina puede ser observados durante el uso clínico y garantizar una adecuada propiedad físico-mecánicas y mantenimiento de restauración a largo plazo.

Para finalizar Rizzante menciona que todas las resinas bulkfill probados en su estudio concluyen que estas presentaron una profundidad de curado de al menos 4.5 mm para colocación en un solo bloque a comparación de las resinas convencionales. Menciona también que las resinas Bulkfill probados mostraron una contracción volumétrica similar o inferior cuando se compararon con los compuestos de resina convencionales.<sup>86</sup>

José Augusto Rodríguez en su estudio realizado en el año 2017 mencionó la capacidad de unión de la dentina y la calidad estética de los compuestos de resinas lo que ha llevado a un mayor uso de estos compuestos en la odontología restauradora. Sin embargo, existen algunas

---

<sup>86</sup> Fabio Antonio Piola Rizzante, Jussaro Alves Duque, Marco Antônio Húngaro Duarte, Rafael Francisco Lia Mondelli, Gustavo Mendonça, Sérgio Kiyoshi Ishikiriama (2019) Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites.

preocupaciones en las restauraciones de clase II con cajas proximales profundas con respecto al grado de conversión del monómero y la deformación por contracción de polimerización. Para reducir la contracción de polimerización y lograr una profundidad de curado adecuado de la resina, estas deben colocarse mediante una técnica de estratificación incremental. Sin embargo, la activación de la luz debe aumentarse para que las cavidades profundas compensen la mayor dispersión de la luz causada sobre la restauración para asegurar el curado adecuado de la resina en el fondo. Estos procedimientos aumentan el tiempo del paciente en el sillón dental y el riesgo de contaminación de saliva entre los incrementos. Las resinas bulk fill fueron fabricadas para la restauración de cavidades profundas y anchas que proporcionan realizar un procedimiento más rápido y fácil que la técnica tradicional de restauración por incrementos de 2 mm. Con el fin de reducir estas limitaciones, los compuestos de resina bulk fill se han diseñado para obtener una mayor profundidad de curado mediante una mayor translucidez o la adición de nuevos fotoiniciadores, además, se consigue una menor contracción modificando los monómeros y reduciendo el tamaño del relleno.

José Augusto Rodríguez concluyó en su estudio que el aumento del grosor de las muestras no afectó los valores de la profundidad de curado adecuado, pero requiere una exposición más prolongada. La velocidad para alcanzar la medida de profundidad de curado en el fondo del material compuesto fue más rápida con el compuesto fluido y se hizo más lenta mediante aumentó la viscosidad de la resina compuesta.

El enfoque utilizado por el autor en este estudio puede usarse para calcular el tiempo necesario para realizar adecuadamente una profundidad de curado de la restauración.<sup>87</sup>

Según Ana R Benetti en su estudio realizado en el 2015 mencionó que al realizar restauraciones con resinas Bulk fill, la restauración de cavidades profundas y anchas es más fácil y rápido que realizar restauraciones con resinas convencionales. Sin embargo, el grado de curado en la parte inferior de la restauración debe examinarse cuidadosamente durante el proceso de la restauración.

---

<sup>87</sup> Jose Augusto Rodrigues, Ilana Pais Tenorio, Ginger Baranhuk Rabello de Mello, André Figueiredo Reis, Chiayi Shen, Jean-François Roulet, (2017), Comparing depth-dependent curing radiant exposure and time of curing of regular and flow bulk-fill composites

El uso de incrementos más gruesos en los compuestos de resina bulk fill se debe gracias a los avances en la dinámica del fotoiniciador y a su mayor translucidez, lo cual permite una penetración de luz adicional y una mayor profundidad de curado. Además, de lograr una mejor profundidad de curado, los compuestos de resina de relleno a granel recientemente desarrollados muestran menor tensión de contracción de polimerización que los compuestos de resina híbrida y fluida.<sup>20</sup> En dicho estudio se investigaron 5 compuestos de resinas bulk fill: dos materiales de alta viscosidad (Tetric EvoCeram Bulk Fill, SonicFill) y tres materiales de baja viscosidad (base x-tra, Venus Bulk Fill, SDR). Con los cuales Ana R Benetti concluyó, que, en comparación con las resinas convencionales, los compuestos de resina bulk fill de alta viscosidad mostraron solo un pequeño aumento en la profundidad de curado y la contracción de polimerización, mientras que los compuestos de resina bulk fill de baja viscosidad mostraron una mayor profundidad de curado y mayor contracción de polimerización.<sup>88</sup>

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Enfoque y tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo cualitativo, Revisión bibliográfica.

#### **3.2 Sujetos y Objeto de estudio**

Revisión Bibliográfica.

Unidades de Análisis:

Población: Artículos de Resinas Bulk Fill que contengan información de Profundidad de Polimerización y su relación con la microdureza dentro de bases de datos como Medline Pubmed, Hinari, Scielo, Ebsco.

---

<sup>88</sup> Ana R Benetti, Cæcilie Havndrup-Pedersen, Daniel Honoré, Maiken K Pedersen, Ulla Pallesen, (2015), Bulk-Fill Resin Composites: Polymerization Contraction, Depth of Cure, and Gap Formation.

Muestra: 20 Artículos comprendidos en los años 2010 a 2020. Sobre como las resinas bulk Fill son afectadas en su profundidad de polimerización y la relación de estas con la microdureza del material como tal.

**Criterios de inclusión:**

- Artículos científicos relacionados al tema profundidad de curado y microdureza de las resinas bulkfill.
- Se estableció un filtro de 10 años en la búsqueda de los artículos, iniciando en el año 2010 y finalizaron en el año 2020.
- Artículos que estuvieran indexados en revistas reconocidas a través de Pubmed, Hinari

**Criterios de exclusión:**

- Artículos acerca de resinas Bulk Fill que no incluyan parámetros de profundidad de polimerización y microdureza.
- Artículos que estuvieron repetidos y que no aplicaban al rango de años establecidos. (2010-2020).
- Artículos acerca de resinas convencionales. (resinas de condensación sin ser bulkfill).

**Factibilidad del Estudio:**

Es factible realizarlo dado que es una revisión bibliográfica en la cual se ha tomado una muestra de 20 artículos comprendidos entre los años 2010 – 2020 se considera que hay suficiente información para poder realizar la revisión de los mismos para su posterior análisis y discusión dentro de este informe.

### 3.3 Variables e indicadores

#### Categorías de Análisis

**Área de Investigación:** Relación entre profundidad de Polimerización y Microdureza de Resinas Bulkfill.

- **Categoría:** Profundidad de Polimerización de Resinas Bulkfill.

#### **Subcategoría:**

- Distancia de lampara de Fotocurado
- Grado de conversión de la resina

- **Categoría:** Microdureza de Resinas Bulkfill

#### **Subcategoría:**

- Grado de conversión de la resina
- Distancia de lampara de Fotopolimerizacion.


Objetivo	Variable	Operacionalización	Dimensión	Indicador	Tipo de instrumento a utilizar
Realizar una revisión bibliográfica acerca de la profundidad de polimerización de las resinas bulk fill y su relación con la microdureza entre los años 2010 a 2020	Relación entre profundidad de curado y microdureza de resinas bulkfill	Cantidad de resina polimerizada. (Fabio Antonio Piola Rizzante, Jussaro Alves Duque, Marco Antônio Húngaro Duarte, Rafael Francisco Lia Mondelli, Gustavo Mendonça, Sérgio Kiyoshi Ishikiriyama (2019) Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill	-Profundidad de curado. -Microdureza.	Porcentaje de polimerización de la resina.	Ficha comparativa

		resin composites.			
--	--	-------------------	--	--	--

### Matriz de Congruencia

### 3.4 Técnicas, materiales e instrumentos

Recopilación de Datos por medio de artículos bibliográficos contenidos entre los años 2010 a 2020 dentro de las bases de datos. Medline, Pubmed, Hinari, Scielo, Ebsco.

 UNIVERSIDAD EVANGÉLICA DE EL SALVADOR					
<b>Tema:</b>		“Revisión Bibliográfica sobre Profundidad de Polimerización y Microdureza de las Resinas Bulk Fill entre los años 2010-2020”			
<b>Objetivo:</b>		Reunir información de diferentes artículos en cuadro resumen que permite evaluar año de publicación de artículo, autor y breve resumen del artículo que sirva como guía para elaboración de discusión.			
	<b>Nombre del Artículo</b>	<b>Año</b>	<b>Autor</b>	<b>Resumen</b>	<b>Investigador</b>

1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

### 3.5 Procesamiento y análisis de la información

La búsqueda se efectúa entre los años 2010 al 2020, considerando un rango de publicación de 10 años. Se obtiene un total de 20 artículos que responden a los criterios de selección y al objeto de estudio obtenidos mediante buscadores de literatura biomédica: Búsqueda en MEDLINE, mediante Pubmed, Hinari y Scielo. Se realizó un análisis y síntesis de las partes más importantes mencionadas por los autores de los artículos donde realizamos el estudio bibliográfico entre la profundidad de curado y micro dureza de las resinas bulkfill.

### 3.6 Cronograma de actividades

	Actividades	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Responsable	Fecha de Inicio	Fecha de Fin
1	Inicio de Taller de Investigacion	X										Kayla Arguello y Marlene Salazar	18/01/2020	18/01/2020
2	Asesoría para realización de Capitulo I, Objetivos e Hipotesis y Capitulo II Fundamentacion teorica		X									Kayla Arguello y Marlene Salazar	07/02/2020	21/02/2020
3	Entregas de avance de Capitulo I, Objetivos e Hipotesis y Capitulo II Fundamentacion teorica		X									Kayla Arguello y Marlene Salazar	08/02/2020	22/02/2020
4	Asesoría de Capitulo III (Metodología)			X								Kayla Arguello y Marlene Salazar	07/03/2020	20/03/2020
5	Correcciones de documento y envio a asesores			X								Kayla Arguello y Marlene Salazar	21/03/2020	28/03/2020
6	Asesoría virtual (por medio de videollamadas).				X							Kayla Arguello y Marlene Salazar	03/04/2020	03/04/2020
7	Asesoría virtual (por medio de videollamadas).				X							Kayla Arguello y Marlene Salazar	24/04/2020	24/04/2020
8	Asesoría virtual (por medio de videollamadas) para solventar dudas de Capitulo III y realizar correcciones.					X						Kayla Arguello y Marlene Salazar	08/05/2020	30/05/2020
9	Envío de anteproyecto de investigación de manera virtual						X					Kayla Arguello y Marlene Salazar	12/06/2020	12/06/2020
10	Evaluacion de trabajo escrito						X					Kayla Arguello y Marlene Salazar	19/06/2020	19/06/2020
	Asesoría virtual para realización de											Kayla Arguello y Marlene Salazar		



### 3.7 Presupuesto

N°	RUBRO	DESCRIPCION	RESPONSABLE	PRECIO
1	Transporte o gasolina	Pago de transporte o consumo de gasolina para poder asistir a las asesorías y reuniones grupales de avances de proyecto.	Kayla Arguello y Marlene Salazar	\$110
2	Materiales y Suministros	Impresiones, fotocopias, papelería, equipos de oficina, anillados etc.	Kayla Arguello y Marlene Salazar	\$40
3	Procesamiento de datos	Revisión, supervisión y confrontación de datos	Kayla Arguello y Marlene Salazar	\$20

4	Presentación de entrega de proyecto.	Elaboración de informe completo, anexos, presentación de informe, artículos de publicación.	Kayla Arguello y Marlene Salazar	\$40
5	Exposición de entrega oral	Vestimenta formal, refrigerio para jurado, etc.	Kayla Arguello y Marlene Salazar	\$50
Total Presupuestado			\$260	

## CAPITULO IV

### 4.1 Análisis de la información

Cualquier material de restauración dental debe imitar las propiedades biológicas, funcionales y estéticas de una estructura dental saludable. A lo largo de los años, ha habido una necesidad creciente de mejores materiales de restauración de color del diente para reemplazar la estructura dental ausente. El desarrollo de materiales de restauración directa como son las resinas composite ha presentado un avance en las propiedades física, mecánicas, estética y durabilidad; han sido el foco de investigación de los últimos años. Las estrategias más comunes para mejorar las propiedades de los composites dentales incluyen modificaciones en el contenido del relleno, variaciones en el tamaño, tipo, morfología del relleno partículas y la matriz orgánica. Juntos, estos cambios han dado lugar a una mayor resistencia mecánica y módulo de elasticidad de los materiales compuestos de resina más nuevos, facilitar la reducción del tiempo de trabajo clínico de la colocación de resina compuesta. Para esto se desarrollaron compuestos de relleno masivo con una única profundidad de curado de 4 mm. Actualmente, ellos están disponibles como compuestos de relleno a granel de baja viscosidad para su uso como una base o compuestos de relleno masivo de alta viscosidad para restauraciones.

Los fabricantes de las resinas bulkfill afirman su profundidad de curado es mayor y a lo largo de los años, se han investigado técnicas para medir con precisión la profundidad de curado de resinas compuestas. Entre estos, ISO 4049 o la técnica de raspado se utiliza ampliamente para determinar

la dureza; aun así, para las resinas bulkfill, esta técnica tiende a estar sobrevalorada. Algunos autores han demostrado una buena correlación entre las pruebas de dureza y grado de conversión usando Raman o Fourier espectroscopia infrarroja de transformación (FTIR) para medir la profundidad de curado de resinas compuestas.

Se puede mencionar que las pruebas para determinar microdureza más comúnmente utilizada es la Vickers porque evalúa la profundidad de curado de los compuestos de resina. Este método es fácil y rápido, y requiere un área mínima de superficie de muestra para la prueba.

La composición del relleno, así como el tamaño del relleno, juegan un papel importante en la difusión de la luz en las resinas, determinando su profundidad de curado. Las resinas bulkfill tienen un tamaño de relleno aumentado (macro rellenos). La penetración es mayor debido a una superficie reducida de macro rellenos con una interfaz resina-relleno reducida, y por lo tanto se aumenta la profundidad de curado. De manera similar, algunos de los compuestos de las resinas bulkfill de baja viscosidad con un contenido de relleno más bajo también exhiben una mayor profundidad de curado. Este resultado concuerda que se sugiere que la carga del relleno y el tamaño de las partículas de relleno influyen en la profundidad de las resinas compuestas.

En la actualidad, existe una tendencia creciente entre los profesionales de la odontología a utilizar las resinas bulkfill para reducir y simplificar los pasos clínicos, facilitando procedimientos de restauración. Sin embargo, se debe tener cuidado al realizar algunos "atajos clínicos", como el uso de lámparas de curado de alta irradiación al tiempo que acorta los periodos de exposición, ya que puede aumentar la polimerización, tensión de contracción de materiales a base de resina. Por lo tanto, considerando que se colocan incrementos más grandes en las resinas bulkfill se recomiendan lámparas de curado de alta irradiación, un consenso sobre las consecuencias reales sobre la contracción de polimerización y el estrés asociado en los dientes estructura promovida por estos novedosos materiales de restauración se necesario

Se concluyó que existen diferencias significativas entre la profundidad de curado y el aumento de la distancia entre la luz y la resina compuesta, específicamente, se logra establecer que el aumento de la distancia resina-lámpara disminuye la profundidad de curado. Se establece que el tiempo de

curado de las resinas bulkfill debe realizarse durante 20 segundos porque es el recomendado por parte de los fabricantes. Por otra parte, cabe mencionar que cuando el Bis-GMA se diluye con el monómero de resina TEGDMA de baja viscosidad, se ha observado un efecto sinérgico significativo en la velocidad de polimerización, grado de conversión de monómero, así como la profundidad de curado. En consecuencia, este podría ser otro factor útil que podría explicar una mayor profundidad de curado del material compuesto de resina bulkfill de viscosidad regular (convencional), ya que contienen una mayor concentración de monómero TEGDMA de resina compuesta.

Una de las propiedades de las resinas mono bloque o bulkfill es la microdureza, la que se puede ver afectada con la realización de una polimerización inadecuada. Por ello, la microdureza del material se verá afectada en algunos factores de polimerización como son, el tiempo de polimerización, la densidad de potencia, y la longitud de onda de acuerdo con la opacidad del material resinoso utilizado, se ven alterados en el proceso, causando una polimerización defectuosa. Por ello se puede determinar según los estudios evaluados que las resinas bulkfill fluidas mostraron valores de microdureza superficial bajos a comparación de las resinas bulkfill condensables.

Se puede mencionar que existe una gran variedad de marcas de resinas bulkfill en el mercado, pero unas de las más utilizadas por los odontólogos salvadoreños es la resina bulkfill de la marca 3M; también se cuenta con la resina Bulk llamada Sonic Fill , que es una resina catalogada como mono incremental y se utiliza con activación sónica, la cual supone sus valores de microdureza ser mayores que una resina de tipo incremental como por ejemplo 3M bulkfill, o resinas como por ejemplo la Herculite Precise, siempre de la casa Kerr , la cual también se cuenta con ella en el mercado salvadoreño.

Esta condición de tener valores de microdureza mayores se debería a que permite obtener un bloque homogéneo al ser aplicada en un solo incremento, también tendría que ver su elevada carga inorgánica y gran translucidez que muestra el material a diferencia de la resina incremental que se podía contaminar y atrapar burbujas en la aplicación entre capa y capa lo cual influiría negativamente en las propiedades físicas de la resina luego de ser polimerizada. Se puede decir

que mientras mayor tiempo se polimerice una resina compuesta y a una intensidad mayor, la microdureza será mayor.

Son escasos los estudios realizados que comparan la microdureza de la resina Bulkfill según la profundidad de fotocurado, y en su mayoría han sido realizados con resinas de nano relleno y según tiempo de exposición, opacidad y tipo de luz. Por eso es necesario más estudios sobre las resinas bulkfill, para que los odontólogos estén más informados y puedan ejercer una elección adecuada sobre el tipo de resina a emplear y cuál de ellas es la más útil para el sector posterior, logrando el éxito de la restauración y evitando que esta se filtre y tenga posteriormente problemas en boca.

## **4.2 Conclusiones**

- Las resinas bulkfill presentan beneficios en la reducción de tiempo de trabajo, mientras este conserve una adecuada profundidad de polimerización ante altos volúmenes de resinas mayores a 4 mm de profundidad.

- Las resinas bulkfill si presentan un buen desempeño en su uso, pero se necesita de más estudios para poder comprobar su efectividad a largo plazo.
- Las resinas bulkfill si logra una polimerización adecuada en incrementos mayores de 4 mm y siempre conservando de igual forma la microdureza.
- La lampara de curado es un factor determinante al momento de la polimerizar, la profundidad de curado disminuye al aumentar la distancia entre la resina bulkfill y la lámpara, esto se debe en gran medida a la disminución de la intensidad y a la mayor dispersión de la luz.
- Las resinas Bulkfill de baja viscosidad logran una mayor profundidad de curado que las resinas Bulkfill de alta viscosidad. Las mejoras en la profundidad de curado de los materiales Bulkfill es la mayor cantidad de iniciadores y la inclusión de nuevos foto iniciadores más reactivos y potentes y alta translucidez que permiten una mejor penetración de la luz.
- Algunas de las marcas de resina que se encuentran en el mercado requieren de aparatos específicos para su funcionamiento, invertir en una pieza de mano especial para su utilización; por lo que aumenta costos en la práctica de los odontólogos salvadoreños.

### **4.3 Recomendaciones**

- Realizar más estudios retrospectivos que tan longevas pueden ser las resinas Bulk Fill.
- Los odontólogos deberían de optar por capacitaciones acerca del uso de resinas bulkfill para poder mejorar el criterio sobre estas resinas.
- Las casas comerciales que distribuyen las resinas bulkfill deberían realizar una mayor promoción hacia los odontólogos para que tengan mayores conocimientos sobre sus beneficios al utilizarlas.
- Se recomienda más estudios en El Salvador que desarrollen futuras investigaciones sobre el sistema de resinas Bulk Fill, para obtener resultados a largo plazo de estos materiales.

#### 4.4 Bibliografía

1. Flury S. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials. *Dent Mater*, 2012: 521–528
2. Alrahlah A. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin composites. *Dent Mater*, 2014: 149-54.
3. Caro M. Estudio comparativo in vitro de la profundidad de polimerización de resinas compuestas fluidas polimerizadas por luz L.E.D. versus luz halógena, a través de resinas compuestas previamente endurecidas. Santiago, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Odontología, 2012.
4. Domínguez R. Análisis comparativo in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material mono incremental (Tetric n-ceram bulkfill) y uno convencional (Tetric n-ceram). Trabajo de investigación. Universidad de Chile, 2014

5. Domínguez R, Corral D, Bader M. Análisis comparativo in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizada con un material mono incremental y uno convencional. Trabajo de investigación. Revista Dental de Chile, 2015.
6. Ilie N, Bacuta S, Draenert M. Bulkfill Resin based composites: An In Vitro Assessment of their Mechanical performance. Operative Dentistry, 2013.
7. Corral C, Vildosola P, Miranda C, Alves E, Fernández E. Revisión del estado actual de resinas compuestas bulkfill. Revista Facultad de Odontología. Universidad de Antioquia, 2015.
8. Beun S, et al. Characterization of Nanofilled Compared to Universal and Microfilled Composites. Den Mater. 2007.
9. Lanata, E. Atlas de Operatoria Dental. Buenos Aires- Argentina: Alfaomega Grupo editor Argentina, 2008.
10. Rodríguez D, Pereira, N. Evolución y Tendencias Actuales en Resinas Compuestas. Acta Odontológica Venezolana; 2008, 1-12. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S000163652008000300026&script=sciarttext>
11. ESPE 3M ORAL CARE. Alemania. 3M OralCare [actualizado 14 Mayo 2016; Disponible en: [http://multimedia.3m.com/mws/media/976630O/filtek-bulk-fillposterior-restorative-tpp-globalpages.pdf?fn=Filtek\\_Bulk\\_Fill\\_Posterior\\_Resto](http://multimedia.3m.com/mws/media/976630O/filtek-bulk-fillposterior-restorative-tpp-globalpages.pdf?fn=Filtek_Bulk_Fill_Posterior_Resto). Citado 28 Abr 2017
12. Macchi, R. Materiales Dentales. Editorial Médica Panamericana. 2000; 3: 116.
13. Gonçalves E, Mitsuo H., Henrique J, Spohr A, Nogaret L. Influencia de la polimerización Adicional en las propiedades de una resina Ormocer. Avances en Odontoestomatología. 2006: 271-277
14. S.L. Arte y ciencia de los materiales odontológicos, Manuel Toledo Pérez, Raquel Osorio Ruiz, Fátima Sánchez Aguilera, Estrella Osorio. Ediciones avances medico dentales. Madrid, 2009, 8:125.
15. Carvalho M. Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores: Artes médicas Latinoamérica; 2006.



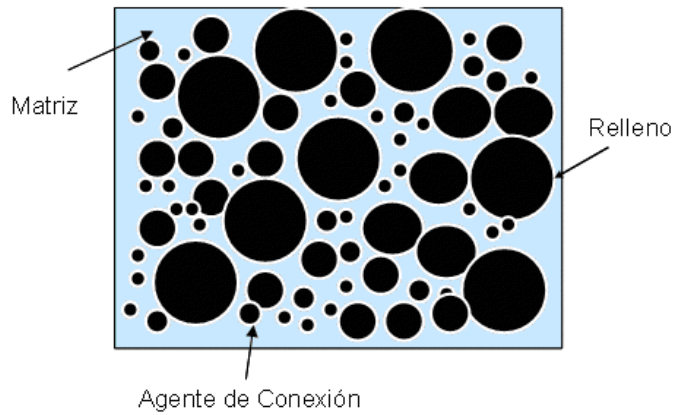
16. Barrancos M. *Operatoria Dental Avances Clínicos, restauraciones y estética*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana. 2015; 5.
17. Baratieri L. *Odontología Restauradora: Fundamentos y Técnicas*. Sao Paulo: Gen Grupo Editorial Nacional. 2011.
18. Chung S, Yap A, Chandra S, Lim C. Flexural strength of dental composite restoratives: Comparison of biaxial and three point bending test. *InterScience*. 2004; (71B) :278-283.
19. Ascheim K. *Odontología Estética*. Barcelona- España: ELSEIVER; 2002.
20. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk- fill Resin – based Composites: An in Vitro Assessment of Their Mechanical Performance. *Operative Dentistry*. 2013; 38(6): 618-625.
21. Villegas M. Análisis comparativo in vitro de la tensión diametral en restauraciones realizadas con resinas compuestas fotopolimerizadas con lámparas halógenas y lámparas L.E.D. *Revista de Chile*. 2005.
22. Kortaberria M AE. Biocompatibilidad de los composites y cementos dentales. Trabajo de fin de master en terapia neural y odontología neurofocal. 2014: 6-7.
23. Hirata R. *Claves en Odontología Estética*. Buenos Aires – Argentina: Panamericana, 2012.
24. Nocchi C. *Odontología restauradora salud y estética*. Buenos Aires: Editorial Medica Panamerica, 2007
25. Rodríguez D, Pereira, N. Evolución y Tendencias Actuales en Resinas Compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*, 2008; 46(3): 1-12. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S000163652008000300026&script=sciarttext>. [Citado 14 Mayo de 2017]
26. López C. Microdureza superficial. Universidad Nacional de San Marcos, Investigación para obtener título profesional de Cirujano Dentista; 2015: 27-30.
27. Toledano M OR. *Arte y ciencia de los materiales odontológicos*. Barcelona: Avances médico dentales, 2009.
28. Ramírez R., Gómez L, Maldonado R., Orellana N. Evaluación de las Propiedades Flexurales y Reológicas de cinco resinas compuestas formuladas para restauraciones anteriores. *Acta Odontológica Venezolana* [Internet], 2010. Disponible en: <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2010/4/art14.asp>. [Citado 28 Mayo del 2017]
29. Scorri N, Comba A, Gambino A, Palomino DS, Alovisi M, Pasqualini D. Microleakage at enamel and dentin margins with a bulk fills flowable resin. *Eur J Dent*, 2014; 8(1): 1-8

30. Anusavice, K. J. Phillips. Ciencia de los MATERIALES DENTALES. Madrid: Editorial Elsevier, 2004.
31. Inostrosa M. Estudio comparativo del grado de sellado marginal de restauraciones realizadas con sonicfill (Kerr) y una resina compuesta convencional herculite precis (Kerr) estudio in vitro. Trabajo de investigación de Chile, 2012.
32. Botto I. Estudio comparativo in vitro de las resinas compresiva y la dureza superficial de un sistema de resina compuesta monoincremental (SonicFill) y uno convencional (Herculite Precis) Trabajo de Investigación. Universidad de Chile, 2013.
33. Alvarez R. Descripción de la adaptación a tejidos dentarios del sistema de resina compuesta sonicfill (Kerr) y un material de restauración de resina compuesta convencional. Trabajo de Investigación. Universidad de Chile, 2012.
34. Domínguez R. Análisis comparativo in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material monoincremental (Tetric n-ceram bulkfill) y uno convencional (Tetric N- ceram) Trabajo de investigación. Universidad de Chile, 2014.
35. Cova J. Biomateriales Dentales. Venezuela: Amolca, 2010.
36. Caetano de Souza N CV. Influencia de la fotopolimerización gradual en el estrés de contracción de polimerización en restauraciones de resina compuesta. Acta odontológica Venezolana, 2008: 1-2.
37. Rosell R HO. Estrés de contracción de las resinas compuestas. Odous Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo, 2011: 1-5.
38. Wang B SY. Determining the direction of shrinkage in dental composites by changes in surface contour for different condensing configurations. American Journal of Dentistry, 2011.
39. Callis E. M. Grado de conversión de los composites. Geodental, 2002.
40. Boza Y. Estudio de la profundidad de polimerización de resinas bulk fill a diferentes distancias de fotoactivación. (Tesis). Universidad Nacional mayor de San Marcos. Perú, 2015.
41. Ferracane JL, Stansbury J, Burke FJT. Self-adhesive resin cements – chemistry, properties and clinical considerations. Journal of Oral Rehabilitation, 2011; 38(4): 295-314.
42. Masioli M. Odontología Restauradora de la A a la Z. Santa Catarina, Brasil: Editora Ponto Ltda; 2013.

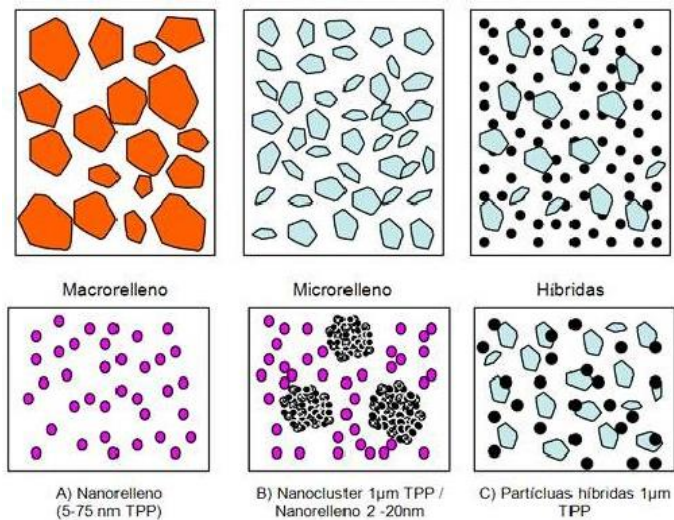
43. Horning D, Gomes J, Chu L, Dominguez J. Evaluation of the degree of conversion composite resin after activation with lampd led units. Colombia Journal of Dental Research, 2012; (3) 9.
44. Campos M, Aizencop D. Análisis comparativo in vitro del sellado marginal de restauraciones Clase II de resina compuesta realizadas con técnica incremental oblicua versus técnica incremental horizontal. Biomater. Sociedad científica Grupo Chileno de Materiales Dentales, 2015; 2(1): 33-49.
45. Gómez E, Menendes P, Silva C, Sinhoreti M. Evaluación de la dureza knoop de resina compuesta en función de la variación de la técnica de polimerización complementaria. Acta Odontológica Venezolana. 2008; 46(1).
46. Rueggeberg FA. State of the art: Dental photocuring: A review. Dent Mater, 2011; 27: 39–52.
47. Anusavice, K. Phillips. Ciencia de los materiales dentales. Madrid: Diorki Servicio Integrals de Edición, 2013.
48. Portela A, Vasconcelos M, Clemente M, Cavalheiro J. Resinas Compostas: Avaliação da Contracção e Profundidade de Polimerização em Função da Matriz Orgânica. Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac, 2010; 51: 13-18.
49. Lanata E. Atlas de Operatoria Dental. Editorial Alfaomega. Buenos Aires, 2008.
50. Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer Ulrich, Petschelt A Taschner M, 2015. Bulk-fill resin composites: Polymerization properties and extended light curing. Dent Mater. Disponible: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2014.12.010>.
51. Beolchi R, Pelissier B, Miotto R. Los desafíos de la fotopolimerización. Dental Tribune Hispanic & Latin America, 2014: 18-24.
52. Caetano de Souza N CV. Influencia de la fotopolimerización gradual en el estrés de contracción de polimerización en restauraciones de resina compuesta. Acta odontológica Venezolana, 2008: 1-2.
53. Toledano M OR. Arte y ciencia de los materiales odontológicos. Barcelona: Avances médico dentales, 2009.
54. Freedman G. Odontología Estética Contemporánea. Colombia: Amolca, 2015; 5.
55. Misisian EJ. Resinas compuestas en Bloque función y estética en "tiempos modernos". Argentina, 2014.

56. Visvanathan A., Ilie N.: The influence of curing times and light curing methods on the polymerization shrinkage stress of a shrinkage-optimized composite with hybrid-type prepolymer fillers. *Dent Mater*, 2007; 23: 777-784.
57. Cova J. Biomateriales dentales. Bogota: Editorial AMOLCA. Actualidades Médico Odontológicas Latinas, 2004: 215-216.
58. Rodríguez G, Pereira S. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*, 2008; 46(1): 19
59. Craig R. Materiales dentales. Madrid: Editorial Mosby/Doyma; 1998; 6: 101.
60. López C. Microdureza superficial en resinas de nanotecnología, aplicadas en un solo bloque: Estudio in vitro. (Tesis). Lima – Perú: Universidad Mayor de San Marcos, 2015: 41-43.
61. Macchi R. Materiales dentales. Fundamentos para su estudio. 4ta edición. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana, 2007: 34 -35.
62. Anusavice, K. J. Phillips Ciencia de los MATERIALES DENTALES Madrid: Editorial Elsevier, 2004
63. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for Bulk Fill materials. *Dent Mater*. May 2012; 28(5): 521-8.
64. Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. *J Dent*, Jun 2012; 40(6): 500-5.
65. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of Bulk Fill composites. *Clin Oral Investig*. Mar 14 2012; 17(1): 227-35
66. Corral C, Vildósola P, Fernández E, Bersezio C, Alves de Campo E. Revisión del estado actual de resinas compuestas Bulk-Fill. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*, 2015; 27(1).
67. Corral C, Vildosola P, Miranda C, Alves E, Fernández E. Revisión del estado actual de resinas compuestas bulk fill. *Revista Facultad De Odontología. Universidad De Antioquia*, 2015; 27(1): 177-196
68. Masioli M. Odontología Restauradora de la A a la Z. Santa Catarina, Brasil: Editora Ponto Ltda; 2013.

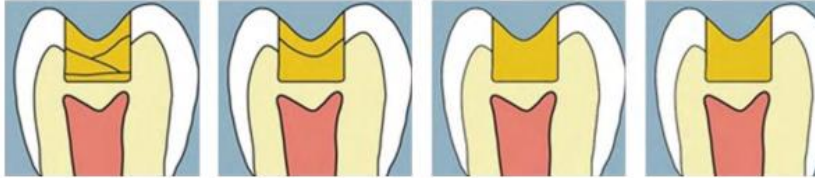
## 4.5 Anexos



**Figura 1.** Componentes fundamentales de las resinas compuestas. Fuente: Rodríguez 2007 Autor: Rodríguez 2007



**Figura 2.** Clasificación de las resinas según el tamaño de partículas Fuente: Restrepo J; 2014 Autor: Restrepo J;2014



**Figura 3.** Técnica incremental oblicua de aplicación de RCs convencionales y de los tres tipos de técnicas de aplicación de RBFs (de derecha a izquierda: RC convencional, RBF monobloque con capa RC convencional, RBF monobloque activación sónica, RBF monobloque moldeable. (Corral C. 2015)



UNIVERSIDAD EVANGÉLICA  
DE EL SALVADOR

<b>Tema:</b>	“Revisión Bibliográfica sobre Profundidad de Polimerización y Microdureza de las Resinas Bulk Fill entre los años 2010-2020”
<b>Objetivo:</b>	Reunir información de diferentes artículos en cuadro resumen que permite evaluar año de publicación de artículo, autor y breve resumen del artículo que sirva como guía para elaboración de discusión.

	<b>Nombre del Artículo</b>	<b>Año</b>	<b>Autor</b>	<b>Resumen</b>	<b>Investigador</b>
1	Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review	22 marzo 2018	Renally Bezerra Wanderley Lima, Cristhian Camilo Madrid Troconis, Marina Barrêto Pereira Moreno, Fabián Murillo-Gómez, Mario Fernando De Goes	<p>Evaluar la evidencia científica con respecto a la profundidad de curado de los compuestos de resinas bulkfill y factores relacionados.</p> <p>Las altas tasas de curado por BFRC (bulkfill resine composite) dependen de algunos factores como el material, la irradiación y el tiempo de exposición. Las LCU de Polywave fueron útiles, pero no esenciales para polimerizar BFRC alternativo que contiene fotoiniciador. Importancia clínica: los dispositivos de curado LED (onda de polietileno o mono-onda)</p>	Kayla Arguello

				<p>que muestran una irradiancia <math>\geq 1000 \text{ mW / cm}^2</math> y 20 segundos de tiempo de exposición son imprescindibles para lograr una polimerización exitosa de la mayoría de los BFRC</p> <p>1. Las BFRC alcanzan una profundidad de curado aceptable (a 4 mm) dependiendo del material y las condiciones de fotocurado.</p> <p>2. Los dispositivos LED que muestran una irradiancia <math>\geq 1000 \text{ mW / cm}^2</math> (onda mono / onda polivinílica) y tiempos de exposición de alrededor de 20 segundos se recomiendan principalmente para lograr una profundidad de curado aceptable en la mayoría de los BFRC (a 4 mm).</p> <p>3. El uso de unidades de fotopolimerización por ondas polivinílicas fue útil pero no estrictamente necesario para BFRC que contenía un foto iniciador alternativo.</p>	
--	--	--	--	---	--



2	The effect of different insertion techniques on the depth of cure and vickers surface micro-hardness of two bulk-fill resin composite materials	18 Julio 2016	Lamiaa-Mahmoud Moharam, Ahmed-Zohair El-Hoshy, Karim Abou-Elenein	En el presente estudio, se registró el valor medio de microdureza superficial más alto para el material compuesto de resina de relleno a granel X-tra Fil. Se notaron diferencias estadísticamente significativas en los valores medios de microdureza de la superficie de Vickers entre todos los materiales compuestos de resina probados y eso estaba de acuerdo con los hallazgos anteriores de Leprince et al. Tales hallazgos podrían ser multifactoriales. Uno de estos factores podría ser la diferencia en la composición química del monómero de resina, que se informó que afecta la microdureza de la superficie de los compuestos de resina. Se afirmó que las fracciones de masa, el tamaño y la distribución de partículas de relleno dentro del	Kayla Arguello

				<p>monómero de resina tienen un efecto positivo significativo sobre las diferentes propiedades físicas y mecánicas de los compuestos de resina, incluida la dureza de la superficie, la profundidad de curado, el grado de conversión, flexión y resistencia a la compresión. Los fabricantes de compuestos de resina dental de relleno a granel han aclarado que estos materiales tienen un mayor contenido de partículas de relleno y, por lo tanto, tienen mayores propiedades estéticas, físicas y mecánicas. En el estudio actual; Se aplicaron diferentes materiales compuestos de resina en incrementos (simples o múltiples) y luego cada incremento se fotopolimerizó solo desde la parte superior de manera de imitar la situación clínica real. Esto eventualmente significaría</p>	
--	--	--	--	--	--

				<p>menos polimerización de matriz compuesta de resina y, en consecuencia, un papel más importante del tipo de partícula de relleno y el porcentaje (contenido) en el comportamiento del material.</p>	
3	<p>The Effect of Bulk Depth and Irradiation Time on the Surface Hardness and Degree of Cure of Bulk-Fill Composites</p>	<p>Septiembre 2016</p>	<p>Farahat F, Daneshkazemi AR, Hajiahmadi Zc</p>	<p>Este estudio menciona que Las resinas Bulk fill contienen una menor cantidad de relleno con un mayor tamaño. La presencia de un relleno de mayor tamaño (hasta 2 <math>\mu\text{m}</math>) en su estructura reduce el nivel de conectividad entre el relleno y la matriz pueden ayudar a que haya una mejor transmisión de luz azul de curado al punto más profundo de la restauración. Según los fabricantes las resinas Bulk Fill tienen la capacidad de reemplazo en cavidades profundas con espesores entre los a 4 a 5 mm en</p>	<p>Marlene Salazar</p>

				<p>una sola capa sin tener la necesidad de realizar un proceso de curado más largo o una severa irradiación. Este estudio tenía como objetivo evaluar el efecto del tiempo de irradiación y la profundidad de curado de las resinas bulk fill en comparación con la profundidad de curado con las resinas de tipo universal. El autor realizó el estudio de dos grupos de resinas (Tetric N Ceram y Tretic N Ceram universal). Dentro de las limitaciones del presente estudio, se concluyó que la profundidad de curado de la resina bulk fill (Tetric N ceram) fue mejor que la resina de tipo universal (Tetric N Ceram) en todos los tiempos, el autor recomendó una adecuada profundidad de curado de hasta de 4 mm.</p>	
4	Depth of Cure and	2019	Ali Riza Cetin,	Una de las dificultades más	Marlene Salazar

	<p>Microhardness of a New Composite vs. Bulk-fill Composites</p>		<p>Ahmet Ercan Hataysal, Taibe Tokgoz Kaplan2, Murat Selim Botsali</p>	<p>importantes es la polimerización inadecuada, esto se debe a que la luz no alcanza ciertas profundidades, la polimerización insuficiente provoca la degradación de la resina, debido a los monómeros no polimerizados y las bajas propiedades físicas. Se ha demostrado que las resinas bulk fill superan circunstancias como la incorporación de huecos, la contaminación entre capas y la facilidad de aplicación en cavidades profundas. la profundidad del curado se puede determinar a partir de varios métodos, como el sistema ISO 4049 el cual aboga por el raspado del material no fraguado después de la irradiación y la medición de la longitud de la muestra, al medir la dureza o el grado de conversión de las superficies superior e inferior de la muestra, el</p>	
--	--	--	--	---	--

				<p>borde entre el material curado y el material no curado se determina mediante microscopía óptica y por medio de la microdureza superficial del compuesto de resina. A medida que aumenta la profundidad, el grado de conversión disminuye debido a que los rayos de luz que pasan a través de los compuestos de la resina se reducen. En este estudio el autor para medir la profundidad de curado de diferentes compuestos de resina de bulk fill utilizó un perfil de microdureza superficial</p>	
5	New Resin-Based Bulk-Fill Composites: in vitro Evaluation of Micro-Hardness and Depth of Cure as Infection Risk Indexes	13 marzo 2020	Colombo M, Gallo S, Poggio C, Ricaldone V, Arciola CR, Scribante A	Este estudio menciona que la primera objeción de las Bulkfill se refiere a su profundidad efectiva de curado, considerando la disminución gradual del grado de conversión de la superficie externa expuesta a la luz de curado, siendo la dispersión y la absorción	Marlene Salazar

				<p>los principales factores relacionados con la atenuación de la luz.</p> <p>Mencionando también que se ha demostrado que la profundidad de curado compromete la estabilidad del color, pero sobre todo la mecánica y propiedades biológicas de las restauraciones. En cambio, con respecto a las propiedades biológicas, un curado incompleto podría ser responsable de la colonización bacteriana.</p> <p>De hecho, el lanzamiento de monómeros (como EGDMA y TEDGMA) de compuestos curados incompletamente se ha informado que promueve la proliferación de bacterias cariogénicas, además de estar asociadas con la citotoxicidad de los fibroblastos gingivales.</p>	
6	Comparative Evaluation of the Depth of Cure and Degree of Conversion of Two Bulk Fill Flowable Composites.	2017	Anand Yokesh, P Hemalatha, M Muthalagu, M Robert	El éxito clínico de una restauración de resina compuesta depende de varios factores, entre los	Marlene Salazar

			Justin.	<p>cuales se encuentran: la profundidad de curado, el grado de polimerización, la contracción de polimerización, el coeficiente de expansión térmica, el módulo de elasticidad, la resistencia al desgaste, el factor C, entre otros. La profundidad de curado se define como el espesor de una resina fotopolimerizable que se puede convertir de un monómero a un polímero, esto sucede cuando se expone a una fuente de luz, todo esto bajo un conjunto de condiciones específicas. Cuando la luz se transmite a través de la resina compuesta, hay una disminución gradual en el grado de conversión a medida que aumenta la distancia desde la superficie irradiada, esto conduce a la evolución del monómero, lo cual provoca el fallo de la restauración. Por consiguiente, se ha</p>	
--	--	--	---------	--	--



				<p>logrado una mayor translucidez y un mayor contenido de fotoiniciador o un tipo de fotoiniciador adicional pueden ser los factores responsables de una mejor profundidad de curado de estos materiales compuestos de resina. Gracias a las propiedades de baja viscosidad y el fácil manejo de estos compuestos fluidos, han sido beneficiosos para restaurar cavidades de difícil acceso, formando estructuras en capas que reducen el atrapamiento de aire y finalmente se usan como revestimientos debido a su mayor flexibilidad</p>	
7	Effect of Curing Light and Exposure Time on the Polymerization of Bulk-Fill Resin-Based Composites in Molar Teeth	1 agosto 2019	Carlos Alberto Kenji Shimokawa, Miriam Lacalle Turbino, Marcelo Giannini,	Se hizo un molde usando un molar humano que tenía una longitud mesial-distal de 12 mm, una caja oclusal de 2,5 mm de profundidad y dos cajas proximales de 4,5 mm de profundidad. Se fotoactivaron dos glóbulos	Kayla Arguello

			<p>Roberto Ruggiero Braga, Richard Bengt Price</p>	<p>rojos (Filtek Bulk Fill Posterior y Tetric EvoCeram Bulk Fill) durante 10 segundos y durante 20 segundos, con la guía de luz colocada en el centro de la superficie oclusal. Luego se midió la microdureza a través de la superficie transversal de las restauraciones. Se examinó la luz que llegaba al fondo de las cajas proximales. Los datos se analizaron estadísticamente con la prueba t de Student, el análisis de varianza de dos vías y la prueba post hoc de Tukey (<math>\alpha = 0.05</math>). Se encontró que el perfil del haz de luz y los tiempos de exposición más largos eran preferibles al fotoactivar restauraciones MOD realizadas en este diente molar. El Valo Grand, seguido por el Bluephase 20i, produjo los valores de dureza más altos (<math>p, 0.05</math>) en el centro de las muestras de 12 mm de ancho de Tetric EvoCeram Bulk Fill. Dado que llega menos luz al fondo de las cajas proximales y la microdureza en estas regiones se vio afectada negativamente, se recomienda fotopolimerizar desde más de una ubicación.</p>	
--	--	--	--	--	--

8	Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review.	2017	André Figueiredo Reis, Mariana Vestphal, Roberto Cesar do Amaral, José Augusto Rodrigues, Jean-François Roulet, Marina Guimarães Roscoe.	varias resinas Bulkfill que se encuentran actualmente en el mercado, incluyendo las de baja y alta viscosidad, cada resina Bulkfill adopta diferentes estrategias para lograr una alta transmisión de luz y fluidez. Una profundidad de curación suficiente puede ser lograda mediante el uso de moduladores de polimerización específica, mejorando la translucidez y utilizando sistemas iniciadores más potentes. Generalmente, las resinas Bulkfill de baja viscosidad presentan un bajo contenido de relleno para aumentar la fluidez. Sin embargo, algunos materiales presentan alto contenido de relleno, pero logran una fluidez a través de la activación sonora (SonicFill). Los fabricantes de resinas Bulkfill indican que los materiales	Marlene Salazar

				<p>presentan mayor profundidad de curado y menor polimerización inducida por tensión de contracción que las resinas convencionales.</p>	
9	<p>New generation bulk-fill resin composites: Effects on mechanical strength and fracture reliability</p>	<p>4 de marzo 2019</p>	<p>Luciano Rosa de Lacerdaa, Mayara Bossardib, Werônica Jaernevay Silveira Mitterhofer, Fabíola Galbiatti de Carvalho, Hugo Lemes Carlo, Evandro Pivad, Eliseu Aldrighi</p>	<p>los compuestos de resina de relleno a granel se pueden aplicar utilizando incrementos mucho más gruesos de ~4.0–5.0mm (El-Damanhoury y Platt, 2014; Kim et al., 2015), que solo es posible debido a su mayor profundidad de polimerización, lo que permite Una fotoactivación en profundidad de cada incremento (Fronza et al., 2017). Actualmente, los compuestos de resina de relleno a granel pueden variar según su viscosidad: mientras que algunos materiales poseen baja viscosidad (flujo), otros pueden presentar una viscosidad similar a la pasta (regular). La diferencia entre los materiales de relleno a granel regulares y de flujo es que, si bien el primero es tan fuerte como los restauradores convencionales, el segundo no es lo suficientemente fuerte</p>	<p>Kayla Arguello</p>

				<p>como para soportar cargas masticatorias, ya que necesita una protección superficial con una capa delgada de compuesto de resina convencional. Por lo tanto, la restauración dental con materiales de relleno a granel de flujo implica la combinación de este restaurador con una resina convencional, mientras que, al usar la versión de viscosidad regular, no hay necesidad de combinarlo con ningún otro restaurador. Teniendo en cuenta que los compuestos de resina de relleno a granel están aumentando el interés entre los médicos, el propósito del presente estudio fue investigar el comportamiento mecánico y la fiabilidad de la fractura de los nuevos compuestos de resina de relleno a granel. Al reunir todos los hallazgos, los compuestos de resina de relleno a granel muestran una aplicación prometedora en la restauración de cavidades de Clase I en dientes premolares, demostrando un rendimiento mecánico y confiabilidad similares en comparación con los compuestos de resina convencionales. A partir de</p>	
--	--	--	--	---	--

				<p>los materiales de relleno a granel probados, la versión con viscosidad regular parecía presentar el comportamiento más conforme, soportando mayores cargas y deflexiones que los otros restauradores.</p>	
10	<p>Estudio comparativo de profundidad de curado y dureza entre dos sistemas de resina “bulk-fill” con dos tiempos de polimerización usando una lámpara de alta intensidad</p>	2 de mayo 2016	<p>Alejandro Kogan B, Enrique Kogan F, Dulce Haydeé Gutiérrez Valdez</p>	<p>Objetivo de este trabajo es comparar la profundidad de curado y dureza entre dos sistemas de resina “Bulk-fill” y su relación con el tiempo de polimerización usando una lámpara de foto-polimerización de alta intensidad.</p> <p>Método ellos incluyeron seis muestras de resina de dos sistemas “Bulk-Fill” (cuatro grupos): SonicFill de fotopolimerización (Kerr®) y Fill-Up de polimerizado dual (Coltène/Whaledent®) que fueron preparadas en cilindros prefabricados de acero inoxidable (8x4mm). Las muestras de ambos sistemas se fotopolimerizaron a tres segundos (3000 mW/cm<sup>2</sup>) y 15 segundos (1600 mW/cm<sup>2</sup>) usando lámpara LED S.P.E.C.3 (Coltène / Whaledent®), posteriormente fueron extraídas de los moldes. La longitud de resina</p>	Kayla Arguello

				<p>polimerizada fue medida con calibrador digital. Las muestras fueron seccionadas longitudinalmente y se midió en milímetros la profundidad de curado y dureza presentada de uno a seis milímetros de profundidad. Para comparar los grupos se empleó la prueba ANOVA. Resultados. Se encontró mayor profundidad de curado en sistema Fill-Up a los tres segundos (<math>7.96 \pm 0.03</math> mm) y 15 segundos (<math>7.95 \pm 0.03</math> mm) comparado con el sistema SonicFill para ambos tiempos (<math>6.28 \pm 0.19</math> mm y <math>7.20 \pm 0.41</math> mm respectivamente) encontrando diferencias estadísticamente significativas (<math>p &lt; 0.001</math>). En la comparación múltiple de cada sistema a diferentes tiempos se encontraron diferencias entre las muestras de SonicFill (<math>p &lt; 0.001</math>), no así con Fill-Up (<math>p &gt; 0.05</math>). Con respecto a la dureza, se encontraron mejores resultados en Fill-Up con seis milímetros de profundidad para tres y 15 segundos (<math>78.52 \pm 4.20</math> y <math>85.08 \pm 4.00</math>) comparado con SonicFill (<math>53.05 \pm 2.24</math> y <math>69.20 \pm 3.50</math>) (<math>p &lt; 0.001</math>). Conclusiones. El sistema Fill-Up a los tres y 15</p>	
--	--	--	--	--	--

				segundos tiene mayor profundidad de curado y mejor dureza que permite incrementos de hasta seis milímetros que con el sistema SonicFill	
11	Comparative evaluación of the depth of cure and surface roughness of bulk-fill composites: An in vitro study	12 de Octubre 2019	Anusha Parasher, Kishore Ginjupalli, Krishnaraj Somayaji, Pradeep Kabbinale	El objetivo principal del estudio fue comparar la profundidad de curado (DOC) y la rugosidad de la superficie de 3 compuestos diferentes de relleno a granel: X-tra fil® (XTF), Tetric EvoCeram® Bulk Fill (TEC) y Beautifil® Bulk Restorative (BBR). Material y métodos. Se realizaron 57 muestras (n = 19 en cada grupo) utilizando moldes de latón. Todas las muestras fueron sometidas a pruebas de dureza Vickers y profilometría. La prueba de análisis de varianza unidireccional (ANOVA) se utilizó para el análisis de datos, seguida de la prueba post hoc de Tukey. Resultados: las diferencias en los valores medios de microdureza de la superficie de los materiales fueron estadísticamente significativas (p <0.001), con XTF mostrando el valor más alto. El compuesto TEC mostró una mayor rugosidad de la superficie en comparación con BBR y XTF. Conclusiones Los resultados del presente estudio indican que las variaciones en el tamaño y la cantidad de relleno influyen significativamente	Kayla Arguello



				<p>en el DOC y la rugosidad de la superficie de los compuestos dentales. Entre los compuestos probados, el compuesto multi-híbrido exhibió DOC superior (XTF), mientras que el compuesto nanohíbrido exhibió un acabado superficial superior (TEC).</p>	
12	Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulkfill resin composites	2 de Julio 2014	Simon Flury, Anne Peutzfeldt, Adrian Lussi.	<p>El objetivo de esta investigación es investigar la influencia del grosor del incremento en la microdureza Vickers y la resistencia a la dentina de un compuesto de resina de relleno convencional y de cuatro volúmenes. métodos: la microdureza de Vickers (HV) y la resistencia al cizallamiento fueron (SBS) determinado en muestras de los compuestos de resina convencionales filtek supreme (XTE) y los compuestos de resina de relleno a granel (SDR), filtek bulkfill (FBR), x-tra fil (XFIL) y tetrack evoceram bulkfill (TEBF) después de 24 h de almacenamiento. El HV se midió como perfiles a profundidades de hasta 6 mm o en el fondo de muestras compuestas de resina de 2 mm / 4 mm / 6 mm de espesor. El SBS de incrementos compuestos de resina de 2 mm / 4 mm y 6 mm de espesor se midió en superficies de dentina de molares</p>	Kayla Arguello

				<p>humanos extraídos tratados con el sistema adhesivo optibond fl, y el modo de falla se determinó estereomicroscópicamente con un aumento de 40x. Los perfiles de HV y los modos de falla se analizaron descriptivamente, mientras que el HV en la parte inferior de las muestras compuestas de resina y SBS se analizaron estadísticamente con ANOVA no paramétrico seguido por la prueba de suma de rangos de Wilcoxon.</p> <p>Conclusión: la microdureza y la resistencia al cizallamiento del compuesto de resina convencional (filtex supreme XTE) disminuyeron al aumentar el espesor del incremento. la microdureza disminuyó al aumentar el espesor del incremento para uno de los cuatro compuestos de resina de relleno a granel (relleno a granel de tetricevoceram) y permaneció constante para los otros tres (SDR, relleno de filtek, relleno de xtrail)</p> <p>La resistencia a la adherencia al cizallamiento se mantuvo constante al aumentar el espesor del incremento para los cuatro compuestos de resina de relleno a granel.</p>	
--	--	--	--	---	--

13	Depth of cure of high-viscosity bulk-fill and conventional resin composites usina varying irradiance exposures with a light-emitting diode curing unit	22 de noviembre del 2018	Jennifer A. Hasslen, Wayne W. Barkmeier, Raymond S. Shaddy, and Jared R. Little	<p>El propósito de este estudio fue determinar la profundidad de curado (DOC) de tres compuestos a base de resina (RBC) utilizando diferentes exposiciones de irradiancia con una unidad de curado con diodos emisores de luz. Los DOC para Filtek Z250, TPH Spectra y Tetric EvoCeram Bulk Fill se determinaron utilizando el Estándar 4049 de la Organización Internacional de Normalización (ISO). Los RBC se polimerizaron con luz utilizando tres modos de potencia diferentes y los tiempos de curado recomendados por el fabricante. La irradiación se determinó usando un sensor de espectrómetro y se calculó la densidad de energía total para cada modo de potencia y tiempo de polimerización concomitante. Los datos del DOC se analizaron con un análisis de varianza de dos vías y la prueba post hoc de Tukey. Tetric EvoCeram Bulk Fill produjo DOC significativamente mayores que TPH y Z250 (<math>P &lt; 0.05</math>) para las tres configuraciones de modo de potencia. En general, el DOC de Tetric EvoCeram Bulk Fill fue mayor que los de TPH y Z250 en todas las configuraciones de potencia, pero los glóbulos individuales no mostraron una diferencia significativa de DOC entre las tres configuraciones de</p>	Marlene Zalazar
----	--	--------------------------	---	--	-----------------

				potencia ( $P > 0.05$ ).	
14	Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulkfill materials	12 de Febrero de 2012	Simon Flury, Stefanie Hayoz, Anne Peutzfeldt, Jürg Hüsler, Adrian Lussi	<p>Evaluar si la profundidad de curado D determinada por el método ISO 4049 se refleja con precisión con materiales de relleno a granel en comparación con la profundidad de curado D determinada por los perfiles de microdureza de Vickers.</p> <p>métodos. se determinó de acuerdo con la profundidad de curado ISO 4049 y se prepararon muestras compuestas de resina de dos materiales de control (filtek supreme plus, filtek silorane) y cuatro materiales de relleno a granel y curados con luz durante 10 s o 20 s. el molde se colocó bajo un dispositivo de medición de microdureza y se realizaron mediciones de dureza a distancias definidas, comenzando en el compuesto de resina que había estado más cerca de la unidad de fotocurado y avanzando hacia el compuesto de resina no curado. Sobre la base de las mediciones de VHN, se generó el perfil de dureza Vickers para cada grupo.</p> <p>El resultado, que varió entre 0.2 y 4.0 mm, fue más pequeño que para todos los compuestos de resina, excepto el filtek silorane.</p> <p>Conclusión: para materiales de relleno a</p>	Kayla Arguello

				granel, el método ISO 4049 sobreestimó la profundidad de curado en comparación con la profundidad de curado determinada por los perfiles de dureza Vickers	
15	Depth of cure of contemporary bulk-fill resin-based composites	5 de Febrero 2016	Adrian U Jin YAP, Mirali PANDYA, Wei Seong TOH	Este estudio evaluó la profundidad de curado (DOC) de los compuestos a base de resina de relleno a granel (RBC) que pueden empaquetarse y fluir, incluidos los PRG (ionómero de vidrio prereaccionado) y los materiales de fibra corta. Los materiales se colocaron en un molde dividido negro con un hueco de 7 mm de profundidad y se curaron a 700 mW / cm <sup>2</sup> durante 20 s utilizando una luz de curado LED. El DOC se evaluó utilizando el raspado ISO y las pruebas de dureza Knoop. Los datos (n = 5) se calcularon y analizaron mediante la prueba post hoc ANOVA / Scheffe (p < 0.05). El ISO DOC varió de 3.66 a 2.54 mm, mientras que el DOC basado en pruebas de dureza varió de 3 a 1.5 mm. Para todos los materiales, se observó una disminución en la dureza al aumentar la profundidad. El DOC de los glóbulos rojos de relleno a granel dependía del producto y era mayor que los compuestos estándar. A 4 mm de profundidad, ninguno de los glóbulos	Kayla Arguello

				rojos de relleno a granel tenía una relación profundidad: dureza superior de 0,8 y superior.	
16	Real time in depth imaging of gap formación in bulkfill resin composites	30 de Enero 2019	Juri Hayashi, Jorge Espigares, Tomohiro Taakagaki bl, Yasushi Shimada, Junji Tagami, Tomoko Naumata, Daniel Chan, Alireze Sadr	este estudio visualizó en tiempo real la formación de huecos de los compuestos de resina de relleno a granel durante la polimerización mediante tomografía de coherencia óptica (OCT). métodos: compuesto de resina de relleno a granel curado con luz, relleno a granel N-ceram tetric (TNB), relleno sónico (SNF), surefil SDR (SDR), compuesto de resina de relleno a granel de doble curado Bulk EZ (BEZ) y núcleo de fotopolimerización compuesto de resina clearfil foto CPC) fueron investigados. El monitoreo de la sección transversal en tiempo real OCT de la fuente barrida se obtuvo durante la colocación del compuesto de resina y el procedimiento de curado. La formación de huecos se observó en moldes compuestos de resina cilíndrica unidos (4 mm de profundidad, 3 mm de diámetro) y se observó un volumen de contracción libre en la parte superior e inferior del tubo con dimensiones similares (n = 10). Los datos 3D de OCT se analizaron para calcular el porcentaje de área del piso de sellado y la	Kayla Arguello

				<p>contracción volumétrica en el tubo unido. Los datos fueron analizados por ANOVA a un nivel de significancia de 0.05. Se midió el índice de conversión del fondo superior libre de conversión a través de 4 mm de profundidad usando la espectroscopía XploRa plus microraman. El compuesto de resina de relleno a granel de curado por luz mostró varios grados de formación de espacio y contracción en una cavidad profunda de 4 mm, el compuesto de resina de relleno a granel de doble curado mostró. La observación no destructiva en tiempo real de OCT y la cuantificación 3D se aplicaron con éxito a las evaluaciones de compuestos de resina de relleno en términos de la brecha interfacial. Los compuestos de resina de relleno a granel fotopolimerizados probados mostraron varios grados de formación de huecos. el compuesto de resistencia de relleno a granel de curado dual no mostró formación de espacio interno y una polimerización uniforme en toda la profundidad, a pesar de su tendencia a una mayor contracción en el tubo unido.</p>	
17	The comparative	26 de julio	Nidhi Aggarwal,	Los compuestos a base de resina (RBC), como	Kayla Arguello

	evaluación of depth of cure of bulk-fill composites – An in vitro study	2019	Anjula Jain, Hitesh Gupta, Aman Abrol, Charanjeet Singh, and Tenzin Rapgay	materiales dentales restauradores, han dado una nueva dimensión a Odontología conservadora y estética. El objetivo del presente estudio es evaluar y comparar la profundidad de curado de glóbulos rojos para uso posterior: Compuesto de relleno a granel esculpible - Relleno a granel de Tetric N-Ceram (TNCBF), Compuestos fluidos de relleno a granel: relleno a granel TetricEvoflow (TEFBF), relleno a granel Surefil SDR (SDRBF), curado dual relleno de relleno a granel (FDCBF) con flujo RBC-Esthet-X convencional (EXF) y Filtex Z250 (FZ).	
18	Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites	1 de Enero 2019	Fabio Antonio Piola Rizzante, Jussaro Alves Duque, Marco Antônio Húngaro Duarte, Rafael Francisco Lia Mondelli, Gustavo Mendonça, Sérgio Kiyoshi Ishikiriama.	En este estudio se menciona que con el desarrollo de las resinas Bulkfill, la técnica incremental que podría ser sustituido por una técnica de incremento en un solo bloque. Para esto, los fabricantes afirman que el compuesto de resina bulkfill es capaz de controlar el proceso de polimerización, así como asegurar una profundidad adecuada de curado incluso cuando la resina utiliza en incrementos más	Marlene Salazar



				<p>grande. Para permitir la inserción de incrementos más grande, la base molecular de estos compuestos de resina se cambió por reducción o sustitución de Bis-GMA, que da como resultado un monómero de menor viscosidad, o usar monómeros con mayor peso molecular, generalmente basado en Bis-EMA, TEGDMA, EBPDMA y UDMA monómeros.</p>	
19	<p>Comparing depth-dependent curing radiant exposure and time of curing of regular and flow bulk-fill composites.</p>	2017	<p>Jose Augusto Rodrigues, Ilana Pais Tenorio, Ginger Baranhuk Rabello de Mello, André Figueiredo Reis, Chiayi Shen, Jean-François Roulet.</p>	<p>La capacidad de unión de la dentina y la calidad estética de los compuestos de resinas lo que ha llevado a un mayor uso de estos compuestos en la odontología restauradora. Para reducir la contracción de polimerización y lograr una profundidad de curado adecuado de la resina, estas deben colocarse mediante una técnica de estratificación incremental. Las resinas bulk fill fueron fabricadas para la restauración de cavidades profundas y anchas que proporcionan realizar un procedimiento</p>	<p>Marlene Salazar</p>

				<p>más rápido y fácil que la técnica tradicional de restauración por incrementos de 2 mm. Con el fin de reducir estas limitaciones, los compuestos de resina bulk fill se han diseñado para obtener una mayor profundidad de curado mediante una mayor translucidez o la adición de nuevos fotoiniciadores, además, se consigue una menor contracción modificando los monómeros y reduciendo el tamaño del relleno.</p>	
20	<p>Bulk-Fill Resin Composites: Polymerization Contraction, Depth of Cure, and Gap Formation</p>	2015	<p>Ana R Benetti, Cæcilie Havndrup-Pedersen, Daniel Honoré, Maiken K Pedersen, Ulla Pallesen</p>	<p>Al realizar restauraciones con resinas Bulk fill, la restauración de cavidades profundas y anchas es más fácil y rápido que realizar restauraciones con resinas convencionales. El uso de incrementos más gruesos en los compuestos de resina bulk fill se debe gracias a los avances en la dinámica del foto iniciador y a su mayor translucidez,</p>	Marlene Salazar

				<p>lo cual permite una penetración de luz adicional y una mayor profundidad de curado. Además, de lograr una mejor profundidad de curado, los compuestos de resina de relleno a granel recientemente desarrollados muestran menor tensión de contracción de polimerización que los compuestos de resina híbrida y fluida.</p>	
--	--	--	--	---	--



**R  
e  
v  
i  
s  
i  
ó**

***n Bibliográfica sobre profundidad de Polimerización,  
Microdureza y la relación entre ambas en resinas bulkfill  
entre los años 2010- 2020'***

*Br. Arguello Rubio, Kayla Denise, Br. Claudia Marlene Salazar Peraza \**

*Dra. Leslie Saavedra \*\**

***Resumen:***

Los problemas relacionados con las resinas compuestas son la limitada profundidad de polimerización y la posibilidad de conversión del monómero a una profundidad insuficiente, desde que se introdujeron estas resinas, el grado de conversión se reconoció como vital para su éxito clínico. Las resinas compuestas convencionales polimerizan hasta 2 mm de profundidad, para que se reduzcan los efectos de contracción al momento de la polimerización, se utiliza la técnica incremental que permite como máximo incrementos de 2mm. Sin embargo, se encontraron varias desventajas asociadas a esta técnica, debido a estas desventajas los

fabricantes introdujeron recientemente al mercado un nuevo tipo de resinas compuestas, llamados materiales Bulk Fill. Estos compuestos se desarrollaron para permitir un incremento único de hasta 5 mm sin alterar las propiedades físicas y mecánicas. La microdureza de las resinas Bulk Fill aplicadas en un solo bloque de 5mm como lo indican los fabricantes es igual de satisfactoria a la recomendada por las Normas ISO 4049 que presentan las resinas convencionales que se aplican en capas de 2mm. Estas resinas permiten realizar restauraciones posteriores disminuyendo el tiempo de trabajo sin alterar los resultados clínicos, permitiendo realizarse restauraciones en pacientes donde el tiempo del tratamiento juega un rol importante.

***Material y método:***

El estudio se realizó con la recopilación de Datos por medio de artículos bibliográficos contenidos entre los años 2010 a 2020 dentro de las bases de datos. Medline, Pubmed, Hinari, Scielo, Ebsco. Considerando un rango de publicación de 10 años. Se obtiene un total de 20 artículos que responden a los criterios de selección y al objeto de estudio obtenidos mediante buscadores de literatura biomédica. Se realizó un análisis y síntesis de las partes más

importantes mencionadas por los autores de los artículos donde realizamos el estudio bibliográfico entre la profundidad de curado y micro dureza de las resinas bulk fill.

**Conclusión:**

Las resinas bulk fill presentan beneficios en la reducción de tiempo de trabajo, mientras este conserve una adecuada profundidad de polimerización ante altos volúmenes de resinas mayores a 4 mm de profundidad. Si presentan un buen desempeño en su uso, pero se necesita de más estudios para poder comprobar su efectividad a largo plazo. Las resinas bulk fill si logran una polimerización adecuada en incrementos mayores de 4 mm y siempre conservando de igual forma la microdureza. La lámpara de curado es un factor determinante al momento de la polimerizar, la profundidad de curado disminuye al aumentar la distancia entre la resina bulk fill y la lámpara, esto se debe en gran medida a la disminución de la intensidad y a la mayor dispersión de la luz. Algunas de las marcas de resina que se encuentran en el mercado requieren de aparatos específicos para su funcionamiento, invertir en una pieza de mano especial para su utilización; por lo que aumenta costos en la práctica de los odontólogos salvadoreños.

**Palabras Clave:** Resinas Bulk Fill, profundidad de curado, resinas Convencionales, microdureza.

---

**Summary:**

The problems related to composite resins is the limited depth of polymerization and the possibility of conversion of the monomer to an insufficient depth, since these resins were introduced, the degree of conversion was recognized as vital for their clinical success. Conventional composite resins polymerize up to 2 mm in depth, to reduce the effects of contraction at the time of polymerization, the incremental technique is used to allow a maximum of 2mm increments. However, several disadvantages associated with this technique were found, due to these disadvantages manufacturers recently introduced a new type of composite resins to the market, called Bulk Fill materials. The microhardness of Bulk Fill resins applied in a single 5mm block as indicated by the manufacturers is as satisfactory as that recommended by ISO Standards 4049 that present the conventional resins that are applied in layers of 2mm These compounds were developed to allow a single increase of up to

**Material and method:**

The study was carried out with the collection of data through bibliographic articles contained between the years 2010 to 2020 within the databases. Medline, PubMed, Hinari, Scielo, Ebsco. Considering a publication range of 10 years. Twenty articles are obtained that meet the selection criteria and the object of study obtained through biomedical literature search engines. An analysis and synthesis of the most important parts mentioned by the authors of the articles where we carried out the bibliographic study between the depth of cure and micro hardness of bulk fill resins was carried out.

**Conclusion:**

Bulk fill resins present benefits in reducing working time, as long as it maintains an adequate depth of polymerization when faced with high volumes of resins greater than 4 mm in depth. If they have a good performance in their use, but more studies were needed to verify their long-term effectiveness. Bulk fill resins do achieve adequate polymerization in increments greater than 4 mm and always preserving microhardness in the same way. The curing lamp is a determining factor at the time of polymerization, the curing depth decreases as the distance between the bulk fill resin and the lamp increases. This is largely due to the decrease in intensity and the greater dispersion of the light. Some of the brands of resin that are on the market require specific devices for their operation, investing in a special hand piece for their use; therefore, it increases costs in the practice of Salvadoran dentists.

**Keywords:** Bulk Fill resins, depth of cure, Conventional resins, microhardness.

*\*Estudiantes-investigadores del taller de investigación, Facultad de Odontología, Universidad Evangélica de El Salvador año 2020. \*\*Docente-Asesor del taller de investigación, de la Facultad de Odontología de la Universidad Evangélica de El Salvador año 2020. \*\*\*Jurado-Investigadores, de la Facultad de Odontología de la Universidad Evangélica de El Salvador, año 2020.*

## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas relacionados con las resinas compuestas es la limitada profundidad de polimerización y la posibilidad de conversión del monómero a una profundidad insuficiente. Desde que se introdujeron estos materiales, el grado de conversión fue reconocido como vital para su éxito clínico<sup>1</sup>. Los factores que afectan a la profundidad de polimerización incluyen: la distancia desde la punta de la unidad de fotopolimerización hasta la superficie de la resina, el tipo de resina compuesta, sombra y translucidez; el espesor mínimo del incremento<sup>1</sup>.

La energía de la luz emitida por una unidad de fotopolimerización disminuye drásticamente cuando se transmite a través de la resina compuesta y conduce a una disminución gradual en el grado de conversión al aumentar la distancia desde la superficie irradiada<sup>1</sup>. Se ha demostrado que la polimerización insuficiente puede conducir a la disminución de las propiedades físicas, mecánicas y biológicas de las resinas compuestas por lo que puede dar lugar

a un fallo prematuro de una restauración o puede afectar al tejido pulpar<sup>1</sup>.

Las resinas compuestas convencionales polimerizan hasta 2mm. Para reducir los efectos de la contracción de polimerización se aplica la técnica incremental en la que se permite como máximo 2mm de incremento. Sin embargo, existen varias desventajas asociadas a esta técnica: la incorporación de burbujas o contaminantes entre las capas compuestas, dificultad de colocación debido al acceso limitado a las cavidades pequeñas y un tiempo de tratamiento prolongado para la colocación de las capas y su polimerización. Por lo tanto, varios fabricantes han introducido recientemente nuevos tipos de resinas compuestas, llamados materiales "bulk fill", que se han desarrollado para permitir un incremento único de hasta 5mm sin alterar las propiedades físicas y mecánicas de la resina<sup>1</sup>.

Estas resinas compuestas nano híbridas permiten realizar restauraciones posteriores optimizando el tiempo de trabajo sin alterar sus

resultados clínicos lo que permite realizar restauraciones dentarias en aquellos pacientes donde el tiempo de tratamiento juega un rol importante: en niños, pacientes ansiosos, pacientes con disfunciones temporomandibulares que no pueden mantener la boca abierta por un tiempo prolongado<sup>1</sup>.

Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica entre el periodo de 2010-2020 donde podemos valorar la relación entre la profundidad de polimerización y microdureza teniendo la finalidad de aportar conocimientos innovadores en el área odontológica, así como incentivar a la investigación bibliográfica.

### **Objetivo General**

Realizar una revisión bibliográfica acerca de la profundidad de polimerización de las resinas bulk fill y su relación con la microdureza entre los años 2010 a 2020.

## **METODOLOGÍA**

### **Enfoque y Tipo de Investigación:**

La presente investigación es de tipo cualitativo, diseño conceptual.

### **Sujetos y Objeto de estudio**

Revisión Bibliográfica.

Unidades de Análisis:

Población: Artículos de Resinas Bulk Fill que contengan información de Profundidad de Polimerización y su relación con la microdureza dentro de bases de datos como Medline Pubmed, Hinari, Scielo, Ebsco.

Muestra: 20 Artículos comprendidos en los años 2010 a 2020. Sobre como las resinas bulk Fill son afectadas en su profundidad de polimerización y la relación de estas con la microdureza del material como tal.

### **Criterios de Inclusión:**

- Artículos científicos relacionados al tema profundidad de curado y microdureza de las resinas bulkfill.
- Se estableció un filtro de 10 años en la búsqueda de los artículos, iniciando en el año 2010 y finalizaron en el año 2020.



- Artículos que estuvieran indexados en revistas reconocidas a través de Pubmed, Hinari

**Criterios de exclusión:**

- Artículos acerca de resinas Bulk Fill que no incluyan parámetros de profundidad de polimerización y microdureza.
- Artículos que estuvieron repetidos y que no aplicaban al rango de años establecidos. (2010-2020).
- Artículos acerca de resinas convencionales. (resinas de condensación sin ser bulk fill).

**ANALISIS:**

Según el artículo la técnica por incrementos hasta hace poco tiempo era considerada el método de elección para las resinas compuestas, sin embargo, recientemente ha surgido en el mercado una nueva resina que no necesita la aplicación por incrementos indicados para la restauración de dientes posteriores (2mm), más conocida como Resinas Bulkfill. Esta

resina, aplicada en incrementos de hasta 4 mm de espesor, demuestra similar polimerización cuando se compara con las resinas aplicadas con la técnica incremental y presenta como ventajas un menor tiempo de trabajo por parte del odontólogo. <sup>1</sup>

Las resinas Bulk Fill se crearon con el objetivo de realizar incrementos mayores a 4 mm sin tener limitaciones en el grado de polimerización del material, disminuir el efecto de contracción y reducir la cantidad de vacíos dentro de los incrementos, según el autor Wanderley<sup>1</sup>. No obstante, Wanderley, afirma que, para poder realizar incrementos de 4 mm de profundidad, se debe de utilizar la luz de polimerización con una intensidad de más de 1000mW/cm<sup>2</sup> por un tiempo de 20 segundos.

Moharam, dice que los materiales de las resinas Bulkfill mostraron valores más altos de microdureza de superficie Vickers en las superficies superior e inferior, ya sea que estos se realicen en incrementos o a granel. De igual forma ambos compuestos de resinas Bulkfill mostraron una mayor profundidad de

curado con respecto a ambas técnicas de inserción.

Según Cetin la profundidad del curado se puede determinar a partir de varios métodos, como el sistema ISO 4049 el cual aboga por el raspado del material no fraguado después de la irradiación y la medición de la longitud de la muestra, al medir la dureza o el grado de conversión de las superficies superior e inferior de la muestra, el borde entre el material curado y el material no curado se determina mediante microscopía óptica y por medio de la microdureza superficial del compuesto de resina. A medida que aumenta la profundidad, el grado de conversión disminuye debido a que los rayos de luz que pasan a través de los compuestos de la resina se reducen. En este estudio el autor para medir la profundidad de curado de diferentes compuestos de resina de bulk fill utilizó un perfil de microdureza superficial.

Según Colombo en su estudio realizado en el 2020 menciona que las resinas Bulkfill se pueden usar en un solo paso para llenar cavidades de 4 mm de profundidad, pero los odontólogos deben considerar los riesgos de

descomposición secundaria y citotoxicidad que todavía están asociados con estas resinas. La primera objeción a las Bulkfill se refiere a su profundidad efectiva de curado, considerando la disminución gradual del grado de conversión de la superficie externa expuesta a la luz de curado, siendo la dispersión y la absorción los principales factores relacionados con la atenuación de la luz.

Según Shimokawa, al realizar un estudio de diferentes tipos de resinas bulkfill con relación a la microdureza y profundidad de curado, observó utilizando una pieza molar con una longitud mesial y distal de 12 mm, una caja oclusal de 2.5 mm de profundidad y dos cajas proximales de 4.5 mm de profundidad, el diámetro de punta de luz de curado es más amplia, un perfil de haz de luz más homogéneo y tiempos de exposición más largos cuando se fotoactiva en los sitios MOD realizadas en la pieza dental. Se utilizaron 2 lámparas, primero la Valo Grand, seguido por el Bluephase 20i, esta produjo los valores de dureza más altos ( $p, 0.05$ ) en el centro de las muestras de 12 mm de ancho de Tetric EvoCeram Bulk Fill. Concluyendo que llega menos

luz al fondo de las cajas proximales y la microdureza en estas regiones se vio afectada negativamente y se recomienda fotopolimerizar desde más de una ubicación.

Según Parasher en su estudio realizado en el 2019 habla sobre las resinas de curado y menciona lo siguiente, las resinas bulkfill son los materiales restauradores nuevos que se dice que presentan un curado mejorado, polimerización controlada, tensiones de contracción y una deflexión cuspídea reducida, se menciona que se foto activan efectivamente en capas de hasta 4 mm y como tal, se pueden usar en preparaciones profundas.

Flury, menciona en su estudio realizado sobre la influencia en el grosor del incremento en la microdureza y la resistencia de unión a la dentina de las resinas bulkfill menciona que este midió la microdureza del compuesto de resina convencional y de las resinas bulkfill a diferentes distancias de la superficie irradiada. Los perfiles de dureza de la superficies mostraron una disminución gradual en la microdureza desde la parte superior hacia la parte inferior y esta disminución varió notablemente

dependiendo del tipo de compuesto de resina; dado que la medición de microdureza se ha considerado un método útil para sondear indirectamente la conversión de la red de polímeros, la disminución gradual de la microdureza a lo largo del perfil de dureza de la superficie sugiere que haya una disminución en el grado de conversión de los compuestos de resina al aumentar la distancia desde la superficie irradiada.

### **DISCUSIÓN:**

Cualquier material de restauración dental debe imitar las propiedades biológicas, funcionales y estéticas de una estructura dental saludable. A lo largo de los años, ha habido una necesidad creciente de mejores materiales de restauración de color del diente para reemplazar la estructura dental ausente. El desarrollo de materiales de restauración directa como son las resinas composite ha presentado un avance en las propiedades física, mecánicas, estética y durabilidad; han sido el foco de investigación de los últimos años. Las estrategias más comunes para mejorar

las propiedades de los composites dentales incluyen modificaciones en el contenido del relleno, variaciones en el tamaño, tipo, morfología del relleno partículas y la matriz orgánica. Juntos, estos cambios han dado lugar a una mayor resistencia mecánica y módulo de elasticidad de los materiales

facilitar la reducción del tiempo de trabajo clínico de la colocación de compuesta. Para esto desarrollaron compuestos de relleno masivo con una única profundidad de curado de 4 mm. Actualmente, ellos están disponibles como compuestos de relleno a granel de baja viscosidad para su uso como una base o compuestos de relleno masivo de alta viscosidad para

Los fabricantes de las resinas bulkfill afirman su profundidad de curado es mayor y a lo largo de los años, se han investigado técnicas para medir con precisión la profundidad de curado de resinas compuestas. Entre estos, ISO 4049 o la técnica de raspado se utiliza ampliamente para determinar la dureza; aun así, para las resinas bulkfill, esta

Algunos autores han demostrado una buena correlación entre las pruebas de dureza y grado de conversión usando Raman o Fourier espectroscopia infrarroja de transformación (FTIR) para medir la profundidad de curado de resinas compuestas.

Se puede mencionar que las pruebas para determinar microdureza más comúnmente utilizada es la Vickers porque evalúa la profundidad de curado de los compuestos de resina. Este método es fácil y rápido, y requiere un área mínima de superficie de muestra para la prueba. La composición del relleno, así como el tamaño del relleno, juegan un papel importante en la difusión de la luz en las resinas, determinando su profundidad de curado. Las resinas bulkfill tienen un tamaño de relleno aumentado (macro rellenos). La penetración es mayor debido a una superficie reducida de macro rellenos con una interfaz resina-relleno reducida, y por lo tanto se aumenta la profundidad de curado. De manera similar, algunos de los compuestos de las resinas bulkfill de baja viscosidad con un contenido de

mayor profundidad de curado. Este resultado concuerda que se sugiere que la carga del relleno y el tamaño de las partículas de relleno influyen en la

En la actualidad, existe una tendencia creciente entre los profesionales de la odontología a utilizar las resinas bulkfill para reducir y simplificar los pasos clínicos, facilitando procedimientos de restauración. Sin embargo, se debe tener cuidado al realizar algunos "atajos clínicos", como el uso de lámparas de curado de alta irradiación al tiempo que acorta los periodos de exposición, ya que puede aumentar la polimerización, tensión de contracción de materiales a tanto, considerando que se colocan incrementos más grandes en las resinas bulkfill se recomiendan lámparas de curado de alta irradiación, un consenso sobre las consecuencias reales sobre la contracción de polimerización y el estrés asociado en los dientes estructura promovida por estos novedosos materiales de

Se concluyó que existen diferencias significativas entre la profundidad de curado y el aumento de la distancia entre la luz y la resina compuesta, específicamente, se logra establecer que el aumento de la distancia resina-lámpara disminuye la profundidad de curado. Se establece que el tiempo de curado de las resinas bulkfill debe realizarse durante 20 segundos porque es el recomendado por parte de los fabricantes. Por otra parte, cabe mencionar que cuando el Bis-GMA se diluye con el monómero de resina TEGDMA de baja viscosidad, se ha observado un efecto sinérgico significativamente en la velocidad de polimerización, grado de conversión de monómero, así como la profundidad de curado. En consecuencia, este podría ser otro factor útil que podría explicar una mayor profundidad de curado del material compuesto de resina bulkfill de viscosidad regular (convencional), ya que contienen una mayor concentración de monómero TEGDMA de resina compuesta.

Una de las propiedades de las resinas mono bloque o bulkfill es la

afectada con la realización de una polimerización inadecuada. Por ello, la microdureza del material se verá afectada en algunos factores de polimerización como son, el tiempo de polimerización, la densidad de potencia, y la longitud de onda de acuerdo con la opacidad del material resinoso utilizado, se ven alterados en el proceso, causando una polimerización defectuosa. Por ello se puede determinar según los estudios evaluados que las resinas bulkfill fluidas mostraron valores de microdureza superficial bajos a comparación de las resinas bulkfill condensables.

Se puede mencionar que existe una gran variedad de marcas de resinas bulkfill en el mercado, pero unas de las más utilizadas por los odontólogos salvadoreños es la resina bulkfill de la marca 3M; también se cuenta con la resina Bulk llamada Sonic Fill, que es una resina catalogada como mono incremental y se utiliza con activación sónica, la cual supone sus valores de microdureza ser mayores que una resina de tipo incremental como por ejemplo 3M bulkfill, o resinas como por ejemplo la Herculite Precise. siempre

de la casa Kerr, la cual también se cuenta con ella en el mercado salvadoreño.

Esta condición de tener valores de microdureza mayores se debería a que permite obtener un bloque homogéneo al ser aplicada en un solo incremento, también tendría que ver su elevada carga inorgánica y gran translucidez que muestra el material a diferencia de la resina incremental que se podía contaminar y atrapar burbujas en la aplicación entre capa y capa lo cual influiría negativamente en las propiedades físicas de la resina luego de ser polimerizada. Podemos decir que mientras mayor tiempo se polimerice una resina compuesta y a una intensidad mayor, la microdureza será mayor.

Son escasos los estudios realizados que comparan la microdureza de la resina Bulkfill según la profundidad de fotocurado, y en su mayoría han sido realizados con resinas de nano relleno y según tiempo de exposición, opacidad y tipo de luz. Por eso es necesario más estudios sobre las resinas bulkfill, para que los odontólogos estén más

informados y puedan ejercer una elección adecuada sobre el tipo de resina a emplear y cuál de ellas es la más útil para el sector posterior, logrando el éxito de la restauración y evitando que esta se filtre y tenga posteriormente problemas en boca.

### **CONCLUSIONES:**

- Las resinas bulk fill presentan beneficios en la reducción de tiempo de trabajo, mientras este conserve una adecuada profundidad de polimerización ante altos volúmenes de resinas mayores a 4 mm de profundidad.
  - Las resinas bulkfill si presentan un buen desempeño en su uso, pero se necesita de más estudios para poder comprobar su efectividad a largo plazo.
  - Las resinas bulkfill si logra una polimerización adecuada en incrementos mayores de 4 mm y siempre conservando de igual forma la microdureza.
  - La lampara de curado es un factor determinante al momento de la polimerizar, la profundidad de curado disminuye al aumentar la distancia entre la resina bulkfill y la lámpara, esto se debe en gran medida a la disminución de la intensidad y a la mayor dispersión de la luz.
- Las resinas Bulkfill de baja viscosidad logran una mayor profundidad de curado que las resinas Bulkfill de alta viscosidad. Las mejoras en la profundidad de curado de los materiales Bulkfill es la mayor cantidad de iniciadores y la inclusión de nuevos foto iniciadores más reactivos y potentes y alta translucidez que permiten una mejor penetración de la luz.
  - Algunas de las marcas de resina que se encuentran en el mercado requieren de aparatos específicos para su funcionamiento, invertir en una pieza de mano especial para su utilización; por lo que aumenta costos en la práctica de los odontólogos salvadoreños.

## **RECOMENDACIONES:**

- Realizar más estudios retrospectivos que tan longevas pueden ser las resinas Bulk Fill.
- Los odontólogos deberían de optar por capacitaciones acerca del uso de resinas bulkfill para poder mejorar el criterio sobre estas resinas.
- Las casas comerciales que distribuyen las resinas bulkfill deberían realizar una mayor promoción hacia los odontólogos para que tengan mayores conocimientos sobre sus beneficios al utilizarlas.
- Se recomienda más estudios en el país que desarrollen futuras investigaciones sobre el sistema de resinas Bulk Fill, para obtener resultados a largo plazo de estos materiales.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Flury S. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials. Dent Mater, 2012: 521–528
2. Alrahlah A. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin composites. Dent Mater, 2014: 149-54.
3. Caro M. Estudio comparativo in vitro de la profundidad de polimerización de resinas compuestas fluidas polimerizadas por luz L.E.D. versus luz halógena, a través de resinas compuestas previamente endurecidas. Santiago, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Odontología, 2012.
4. Domínguez R. Análisis comparativo in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material mono incremental (Tetric n-ceram bulkfill) y uno convencional (Tetric n-ceram).



- Trabajo de investigación. Universidad de Chile, 2014
5. Domínguez R, Corral D, Bader M. Análisis comparativo in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizada con un material mono incremental y uno convencional. Trabajo de investigación. Revista Dental de Chile, 2015.
  6. Ilie N, Bacuta S, Draenert M. Bulkfill Resin based composites: An In Vitro Assessment of their Mechanical performance. Operative Dentistry, 2013.
  7. Corral C, Vildosola P, Miranda C, Alves E, Fernández E. Revisión del estado actual de resinas compuestas bulkfill. Revista Facultad de Odontología. Universidad de Antioquia, 2015.
  8. Beun S, et al. Characterization of Nanofilled Compared to Universal and Microfilled Composites. Den Mater. 2007.
  9. Lanata, E. Atlas de Operatoria Dental. Buenos Aires- Argentina: Alfaomega Grupo editor Argentina, 2008.
  10. Rodríguez D, Pereira, N. Evolución y Tendencias Actuales en Resinas Compuestas. Acta Odontológica Venezolana; 2008, 1-12. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S00016365200800030026&script=sciarttext>
  11. ESPE 3M ORAL CARE. Alemania. 3MOralCare [actualizado 14 Mayo 2016; Disponible en:[http://multimedia.3m.com/mws/media/976630O/filtek-bulk-fillposterior-restorative-tpp-globalpages.pdf?fn=Filtek\\_Bulk\\_Fill\\_Posterior\\_Resto](http://multimedia.3m.com/mws/media/976630O/filtek-bulk-fillposterior-restorative-tpp-globalpages.pdf?fn=Filtek_Bulk_Fill_Posterior_Resto). Citado 28 Abr 2017
  12. Macchi, R. Materiales Dentales. Editorial Médica Panamericana. 2000; 3: 116.
  13. Gonçalves E, Mitsuo H., Henrique J, Spohr A, Nogarett L. Influencia de la polimerización Adicional en las propiedades de una resina Ormocer. Avances en Odontoestomatología. 2006: 271-277

14. S  
.L. Arte y ciencia de  
los materiales  
odontológicos,  
Manuel Toledo  
Pérez, Raquel  
Osorio Ruiz,  
Fátima Sánchez  
Aguilera, Estrella  
Osorio. Ediciones  
avances medico  
dentales. Madrid,  
2009, 8:125.
15. Carvalho M.  
Restauraciones  
estéticas con  
resinas  
compuestas en  
dientes  
posteriores:  
Artes médicas  
Latinoamérica;  
2006.
16. Barrancos M.  
Operatoria  
Dental Avances
17. Clínicos, restauraciones  
y estética. Buenos  
Aires: Editorial Médica  
Panamericana. 2015;

5.

18. Baratieri L.  
Odontología  
Restauradora:  
Fundamentos y  
Técnicas. Sao  
Paulo: Gen  
Grupo Editorial  
Nacional. 2011.