Universidad Nacional De Loja

FACULTAD DE LA SALUD HUMANA

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

TÍTULO

"PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE DIFERENTES RESINAS NANO-HÍBRIDAS BULK Fill"

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ODONTÓLOGO

AUTOR:

Pablo Andrés Erazo Espinosa

DIRECTORA:

Odt. Esp. Cecilia Mariana Díaz López

LOJA-ECUADOR

2019

CERTIFICACIÓN

Loja, 01 de octubre del 2019

Odt. Esp. Cecilia Mariana Díaz López

DIRECTORA DE TESIS

CERTIFICA:

Haber dirigido, orientado y discutido, en cada una de las partes del desarrollo de la tesis titulada: "PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE DIFERENTES RESINAS NANO-HÍBRIDAS BULK Fill", de autoría del Sr. Pablo Andrés Erazo Espinosa, la misma que cumple a satisfacción los requisitos de fondo y forma, exigidos en el reglamento del Régimen Académico, de la Universidad Nacional de Loja, certificando su autenticidad; por tal motivo autorizo su presentación, sustentación y defensa ante el tribunal designado para el efecto.

Odt. Esp. Cecilia Mariana Díaz López

DIRECTORA DE TESIS

AUTORÍA

Yo, Pablo Andrés Erazo Espinosa, declaro que la información, investigación, opiniones, criterios, conclusiones y análisis vertidos en la presente investigación son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Autor: Pablo Andrés Erazo Espinosa

Firma:

Cédula: 1105721946

Fecha: 06-12-2019

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Pablo Andrés Erazo Espinosa, declaro ser autor de la tesis titulada: "PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE DIFERENTES RESINAS NANO-HÍBRIDAS BULK Fill", como requisito para optar al título de Odontólogo; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por la copia o plagio de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta Autorización, en la ciudad de Loja a los seis días del mes de diciembre del dos mil diecinueve, firma el autor.

Firma:

Autor: Pablo Andrés Erazo Espinosa

Dirección: Loja

Correo Electrónico: pablo_erazo1@yahoo.es

Teléfono: 0988338382 – 0992964289

DATOS COMPLEMENTARIOS

Directora de Tesis: Odt. Esp. Cecilia Mariana Díaz López.

Tribunal de Grado:

Presidenta: Dra. Daniela Janeth Calderón Carrión. PhD

Vocal: Odt. Esp. Susana Patricia González Eras.

Vocal: Odt. Esp. Tatiana Isabel Luna Salinas.

Dedicatoria

A mis padres, Wagner y Jeaninna, quienes han sido mi motor, sustento y apoyo a lo largo de mi vida, brindándome fuerza para cumplir mis metas, a mis hermanos por ser fuente de alegría e ilusión para superarme y a mis abuelos por ser la fuente de sabiduría, esfuerzo y ejemplo a seguir siempre.

Este Logro no sería posible, sin el apoyo y amor brindado por ustedes, Gracias.

AGRADECIMIENTO

Además de mi gratitud, expreso mi reconocimiento a mis amados padres Wagner y Jeaninna, a mis hermanos Wagner y Paolita, a mis abuelos Gonzalo, Berenice y Blanca y a toda mi familia por su infinito amor, apoyo, consejos y momentos vividos a lo largo de mi vida, personal, estudiantil, por el esfuerzo brindado para poder de forjarme como profesional.

A mis maestros por su tiempo, apoyo, dedicación y sabiduría que me brindaron en el desarrollo de mi formación profesional en especial para la Dra. Cecilia Díaz por su valiosa asesoría y contribución dedicada a la culminación de este trabajo de investigación.

A mis amigos Freddy, Kevin, John, Anita por su valiosa amistad, momentos compartidos, ayuda y apoyo durante mi formación profesional.

Índice

Carátula ……..…… …….…… i

Certificación ……...……...…… …… ii

Autoría ...…….……. …..... iii

Carta de Autorización ……...…… …… … iv

Dedicatoria …… ……. v

Agradecimiento ……. vi

1. Titulo …….. 2
2. Resumen ……. 3
3. Sumary …… ... 4
4. Introducción …… . . 5
5. Marco Teórico ……...…… . 7
    1. Resinas Compuestas …… 7
    2. Clasificación De Las Resinas Compuestas ……. 8
    3. Composición De Las Resinas …… 13
    4. Resinas Bulk Fill …….. 16
    5. Propiedades De Las Resinas Compuestas …… . 18
    6. Polimerización …… …… ……21
    7. Unidades de Fotopolimerización …… …… …… …… ……24
    8. Norma ISO 4049 …….. 26
6. Metodología …….. ……. ……..28
7. Resultados ……. …….. ……32
8. Discusión ……. …… …….. …..37
9. Conclusiones ……. …….. …….. . …… 39
10. Recomendaciones ……... …… …. 40
11. Bibliografía …… …...…41
12. Anexos …… …… …… … …44

TÍTULO

“PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE DIFERENTES RESINAS NANO-HÍBRIDAS BULK FILL”.

2 Resumen

Con la aparición de resinas compuestas nanohíbridas Bulk Fill, se disminuye el tiempo de trabajo clínico en la restauración de piezas dentales del sector posterior, por parte de Odontólogos, como también la posibilidad de poder realizar incrementos de hasta 5mm en las restauraciones. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar profundidad de fotopolimerización de diferentes resinas nano-híbridas Bulk Fill condensables, donde se elaboraron 60 muestras cilíndricas de 4mm de diámetro y 10 mm de altura siguiendo la especificación de la NORMA ISO 4049, con tres marcas diferentes de resinas Bulk Fill, en donde todas se fotopolimerizaron con una lámpara Led de 3ra generación a 10 segundos a una distancia estándar de 1mm. La medición de la altura absoluta polimerizada de las muestras se realizó con un micrómetro digital de 0.01mm de precisión. Con los resultados obtenidos se realizó el análisis estadístico Shapiro Wilk, y se determinaron los siguientes resultados: Marca A (**3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill)**: 4.663±0.323; Marca B (**Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 –Ivoclar Vivadent)**: 4.576±0.257 y la Marca C (**Opus Bulk Fill APS A2 – FGM)**: 4.078±0.374. Concluyendo de esta manera que, las resinas Bulk Fill utilizadas presentan una profundidad de polimerización de mínimo 4mm cumpliendo con el estándar establecido por la Norma ISO 4049, sin embargo, se determinó que la resina **3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill** presenta una mejor profundidad de polimerización con respecto a las dos otras marcas comerciales utilizadas en el presente estudio.

Palabras Clave: Bulk Fill, Profundidad de Fotopolimerización, Lámpara LED, Norma ISO 4049

3 Sumary

With the appearance of Bulk Fill nano-hybrid composite resins, the clinical work time in the restoration of dental pieces in the posterior sector by dentists is reduced, as well as the possibility of leaving aside from the conventional incremental technique and being able to make increments of up to 5 mm in the restorations. Therefore, the objective of the present study was to determine, the depth photopolymerization of different nano-hybrid Bulk Fill resins. Where 60 cylindrical samples of 4 mm diameter and 10 mm height were elaborated following the NORM ISO 4049 specification with three different brands of Bulk Fill resins; where all of them were photopolymerized with a 3rd generation LED lamp at 10 seconds at a standard distance of 1 mm. The measurement of the polymerized the absolute height of the samples was made with a digital micrometer of 0.01 mm precision. With the results obtained, the statistical analysis of Shapiro Wilk was made and the following results were determined: Brand A (**3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill**): 4.663±0.323; Brand B (**Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 –Ivoclar Vivadent**): 4.576±0.257 and Brand C (**Opus Bulk Fill APS A2 – FGM**): 4.078±0.374. Concluding in this way that the Bulk Fill resins used presents a depth polymerization of minimum of 4 mm complying with the standard established by the norm ISO 4049. However, it was determined that the **3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill** resin presents a better depth polymerization with respect to the two other commercial brands used in the present study.

Keywords: Bulk Fill, Depth Photopolymerization, LED Lamp, ISO 4049 Standard

4 Introducción

En la actualidad, debido a la gran demanda estética y funcional por parte del paciente que acude a un servicio de atención odontológica, las resinas compuestas o composites se han transformado en uno de los materiales dentales más utilizados para la confección de restauraciones directas, pues son estéticamente aceptables, poseen una plasticidad adecuada para su manipulación en la técnica directa, y tienen la capacidad de adherirse al diente mediante procedimientos adhesivos específicos, logrando preservar la estructura dentaria sana, sin necesidad de extenderse hacia un diseño cavitario retentivo, liderando así los avances hacia la odontología mínimamente invasiva.

Las resinas compuestas convencionales, las cuales fueron introducidas en el año de 1962 por el Dr. Bowen, lograron minimizar de manera significativa, las desventajas de las resinas acrílicas, que hacia la década de 1940 habían remplazado a los cementos de silicato, los cuales eran hasta ese entonces los únicos materiales estéticos disponibles. Este tipo de materiales han presentado constantes cambios tanto en la composición de su matriz orgánica, como en el tamaño de sus partículas de carga y composición. (Rodriguez & Pereira, 2008)

La tendencia actual es la disminución del tamaño de las partículas, haciendo que la distribución sea lo más cercana posible, en torno a 0.05 µm. la clasificación de las resinas está basada en el tamaño y distribución de las partículas de relleno: en convencionales o macrorelleno y microrelleno, estas a su vez en resinas hibridas, las cuales se clasifican en híbridos modernos, resinas de nanorelleno y resinas nanohíbridas. (Flórez, 2017)

En los últimos tiempos ha surgido una nueva variedad de resinas compuestas nanohíbridas denominadas Bulk Fill las cuales se encuentran en la variedad de condensables y fluidas, cuya principal característica es su aplicación en incrementos de 4 a 5mm. esta posibilidad de poder realizar incrementos en mayores espesores se debe al desarrollo en la dinámica de los fotoiniciadores y de la elevada translucidez que presenta, lo que permite mayor penetración de la luz a mayores profundidades. Estas resinas han demostrado reducir el estrés de contracción de polimerización respecto a las resinas compuestas convencionales compactables y fluidas. (Ojeda, Tisi, & Urzúa, 2019)

En base a lo antes mencionado, el presente proyecto de investigación tuvo como objetivo: Determinar la profundidad de polimerización de las resinas nanohíbridas Bulk Fill de diferentes marcas comerciales, como: **3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill**; **Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 –Ivoclar Vivadent** ; **Opus Bulk Fill APS A2 – FGM**; y comparar la profundidad de polimerización entre las mismas.

5 Marco Teórico

1) Resinas Compuestas

1.1 Generalidades

La evolución de las resinas compuestas tuvo sus inicios en el transcurso de la primera mitad del siglo XX. Durante ese tiempo, los únicos materiales que brindaban similitud al color de los dientes y que eran empleados como material de restauración estética eran los silicatos, los cuales presentaban como principal desventaja el desgaste que sufrían al poco tiempo de ser colocados en boca.

Las resinas acrílicas fueron los primeros materiales de restauración poliméricos utilizados en odontología, alcanzaron su relativo éxito entre las décadas de 1940 a 1950; sin embargo, presentan algunas características como: baja resistencia al desgaste, el alto coeficiente de expansión térmica y la alta contracción de polimerización lo que provocó que los fabricantes incorporaran partículas inorgánicas en el material para superar esas deficiencias. (Nocchi, 2008)

Debido a lo cual las resinas modernas aparecen en el año de 1962 cuando el Dr. Ray. L. Bowen, innovó un tipo de resina compuesta donde introdujo la matriz de resina de Bisfenol-A-Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno. (Rodriguez & Pereira, 2008)

Estas resinas, son materiales sintéticos diseñado por elementos variados, que se definen como combinaciones tridimensionales de por lo menos dos materiales químicamente diferentes, con una interfase distinta, obteniéndose propiedades superiores a las que presentan sus constituyentes de manera individual. (Peutzfeldt, 1997)

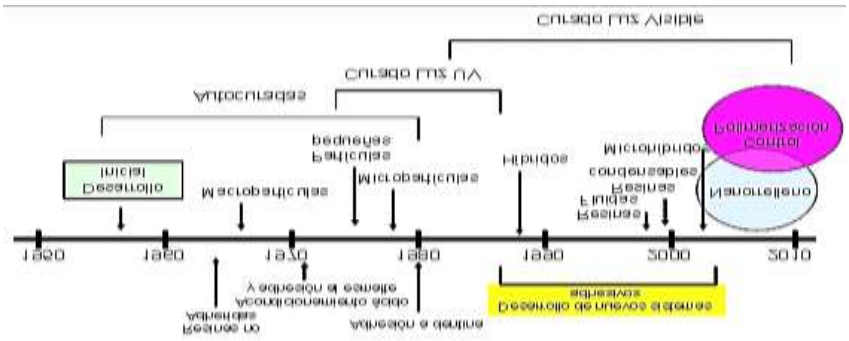

Figura 1 Cronología del desarrollo de las resinas compuestas de acuerdo a las partículas, sistema de polimerización y tecnología adhesiva disponible. (Rodriguez & Pereira, 2008)

2) Clasificación de las resinas compuestas.

2.1 Resinas de macrorelleno o convencionales.

Las resinas convencionales o de macrorelleno se desarrollaron a lo largo de la década de los setenta, encontrando en su composición partículas de sílice amorfo o partículas de cuarzo con un grosor promedio que oscilaba entre 8 a 12µm; estas partículas de relleno inorgánico son bastante irregulares en cuanto a su tamaño, el mismo que oscila entre 1 – 100 micrones, lo que provoca grandes dificultades en el campo operatorio y restaurativo. (Rodriguez & Pereira, 2008)

Los rellenos más utilizados en este tipo de composites fueron el cuarzo y el vidrio de estroncio o bario. El relleno de cuarzo posee buena estética y durabilidad, pero carece de radiopacidad y produce alto desgaste al diente antagonista. El vidrio de estroncio o vario son radiopacos, pero desafortunadamente son menos estables que el cuarzo. (Rodriguez & Pereira, 2008)

Entre algunas de sus desventajas encontramos:

- Porosidad superficial, lo que provoca que el aire quede atrapado dentro del composite durante la manipulación. (Ochoa, Rey, & Serrano, 2017)

- Dificultad de lograr una superficie de la restauración pulida adecuada, debido al desgaste de las partículas de relleno inorgánicas en relación con la matriz, debido a que estas poseen diferentes grados de dureza, y por la heterogeneidad del tamaño de partículas de relleno. (Ochoa, Rey, & Serrano, 2017)

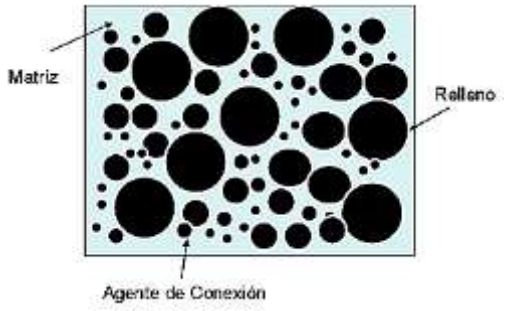

Figura 2 Componentes fundamentales de las resinas compuestas. Esquema general donde puede verse la matriz de resina, las partículas de relleno y el agente de conexión. (Rodriguez & Pereira, 2008)

2.2 Resinas de microrelleno.

Las resinas de microrelleno se desarrollaron con el fin de presentar una alternativa más favorable en contra de las falencias que presentaban las resinas convencionales o de macrorelleno antes señaladas. Este tipo de composites poseen partículas de sílice pirolítica coloidal, las cuales presentan un tamaño de partículas mucho más uniforme que los composites de macrorelleno, oscilando entre 0.2 y 0.4 micrones de diámetro. (Revolledo, 2013)

Las resinas de microrelleno poseen propiedades físicas y mecánicas inferiores a las resinas compuestas tradicionales, debido a que el 40 – 80% del volumen del material lo constituye la resina. Es por esto por lo que la gran desproporción entre resina y relleno inorgánico da lugar a una mayor absorción de agua, a un mayor coeficiente de expansión térmica y a una disminución del módulo elástico. (Anusavice, 2004)

En la mayor parte de sus aplicaciones, la disminución de propiedades físicas no es un problema. Sin embargo, en situaciones de gran resistencia a la carga, como en restauraciones de clase II y IV, el potencial de fractura es mayor. Debido a su superficie lisa, se han convertido en el composite de elección para la restauración de dientes anteriores, en particular en las situaciones no sujetas a carga y para las restauraciones del área subgingival. (Anusavice, 2004)

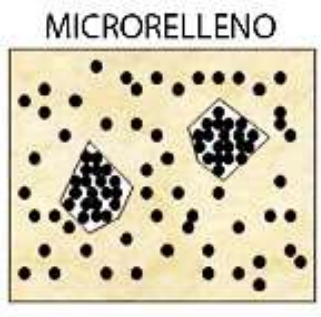

Figura 3 Partículas de microrelleno en resinas compuestas. (Pardo, 2014)

2.3 Resinas híbridas

Estas resinas aparecen en un esfuerzo para obtener superficies más lisas que las obtenidas por las resinas compuestas de partícula pequeña, pero intentando no perder las propiedades beneficiosas de estas últimas. (Anusavice, 2004)

Se encuentran conformadas por grupos poliméricos (fase orgánica) reforzados por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje de 60% o más del contenido total con tamaños de partícula que oscilan entre 0,6 y 1 micrómetro, incorporando sílice coloidal con un tamaño de 0,04 micrómetros.

Este tipo de composites se caracterizan por disponer de gran variedad de colores y cuentan con la capacidad de mimetización con la estructura dental, menor contracción de polimerización, baja absorción de agua, excelentes características de pulido y texturización, abrasión y desgaste muy

similar al experimentado en las estructuras dentarias, coeficiente de expansión térmica similar al diente, fórmulas de uso universal tanto en el sector posterior como en el anterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia. (Adela Hervás García, 2006)

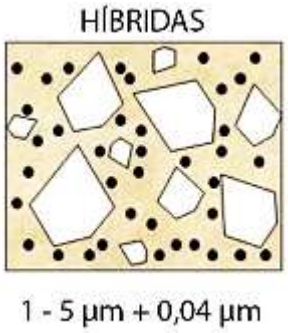

Figura 4 Partículas híbridas en resinas compuestas. (Pardo, 2014)

2.4 Resinas microhíbridas

Este tipo de composites debido a su formulación tienen mejores características de resistencia a las fuerzas desarrolladas durante la oclusión, al desgaste y al pulimento. Poseen una resistencia alta debido al tamaño de sus partículas (0.04µm). También muestran menor contracción de polimerización, lo cual permite su uso en restauraciones más extensas tanto en dientes anteriores como posteriores. Así mismo ofrecen menor adhesividad a los instrumentos y poseen menor sensibilidad a la luz ambiental, lo que permite un mayor tiempo de trabajo y proporciona una superficie de alto brillo uniforme y durable con el tiempo. (Arce , Posada, López, & Garzón , 2005)

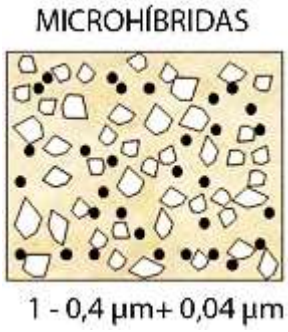

Figura 5 Partículas microhíbridas en resinas compuestas. (Pardo, 2014)

2.5 Resinas nano hibridas

En la actualidad con los avances tecnológicos se ha obtenido resinas compuestas con partículas de relleno cada vez más pequeñas, pero con procedimientos que nos permitan agregarlas en grandes porcentajes.

Estos composites poseen partículas con tamaños menores a 10nm (0.01µm), este relleno dispone de forma individual o agrupados en "nanoclusters" o nanoagregados de aproximadamente 75nm. El uso de la nanotecnología en las resinas compuestas ofrece alta translucidez, pulido superior, similar a las resinas de microrelleno, pero manteniendo propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a resinas hibridas. Por estas razones son aplicables tanto en el sector anterior como posterior. (Rodriguez & Pereira, 2008)

Dentro de esta categoría han surgido una nueva generación de resinas denominadas "Bulk Fill". Este término ha sido empleado por los fabricantes para referirse a resinas que se podrían aplicar en un incremento de hasta 4-5mm, mediante una técnica de monobloque. (Del Valle , Christiani, Álvarez, & Zamudio, 2018)

En la actualidad se disponen de distintas marcas de resina Bulk Fill como: **3M™ Filtek ™ Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar Vivadent, Opus Bulk Fill APS – FGM,** las cuales son resinas compuestas nanohíbridas fotoactivadas de baja contracción, diseñadas para la colocación directa del material en la preparación cavitaria, bajo la técnica monoincremental, las

cuales se encuentran indicadas para todas las clases de preparaciones cavitarias tanto en piezas posteriores como anteriores.

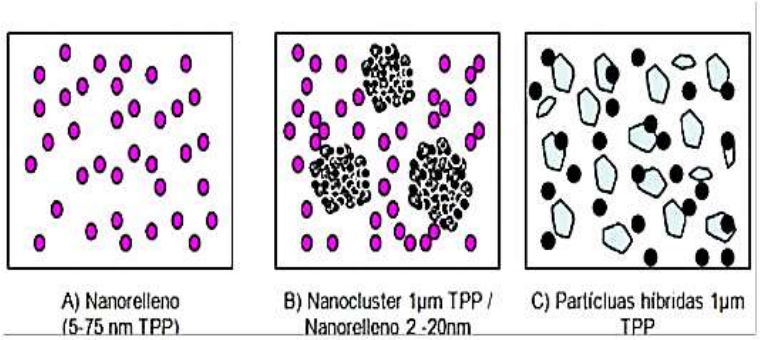

Figura 6 Esquema del nanorelleno. TPP: tamaño promedio de las partículas (Rodriguez & Pereira, 2008)

3) Composición de las resinas.

3.1 Matriz resinosa

En la mayoría de las resinas convencionales se ha utilizado una mezcla de monómeros de dimetacrilato alifáticos y/o aromáticos como el Bis-GMA, el trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA) y el dimetracrilato de uretano (UDMA). El UDMA, la bis-GMA y el TEGDMA son los ingredientes de la matriz de resina que más se emplean para formar estructuras de polímero entrecruzado en las resinas compuestas. (Anusavice, 2004)

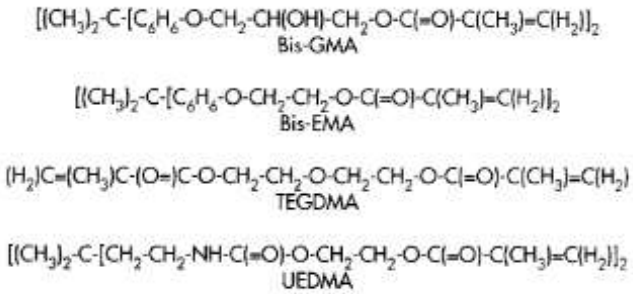

Figura 7 Monómeros utilizados en la matriz orgánica de las resinas compuestas. (Pardo, 2014)

3.2 Partículas de relleno

La integración de partículas de relleno dentro de la matriz de resina mejora sustancialmente las propiedades del material, siempre que las partículas estén bien adheridas a la matriz.

El propósito principal de las partículas de relleno es reforzar la resina compuesta y reducir la cantidad de material de la matriz, así como de:

- Refuerzo de la matriz de resinas, que provoca una mayor dureza, resistencia y disminución al desgaste.
- Reducción de la contracción de polimerización.
- Reducción de la expansión y concentración térmica.
- Aumento de la viscosidad y por ello una mejora en su manipulación.
- Disminución de la absorción de agua, menor reblandecimiento y tinción.
- Aumento en la radiopacidad y de la sensibilidad diagnostica gracias a la incorporación de cristales de estroncio, bario y otros metales pesados que absorben los rayos X. (Anusavice, 2004)

En cuanto a los materiales de relleno mayormente utilizados en el caso de las **resinas Bulk Fill** son una combinación de sílice no aglomerado/ no agregado de 20nm, zirconia aglomerada/ no agregada de 4 a 11nm, lo que hace que la carga total de material de relleno inorgánico sea de aproximadamente 76.5 por peso (58.4% por volumen). (3M ESPE, 2014)

3.3 Agente de acoplamiento

Las resinas compuestas disponibles comercialmente poseen relleno basado en el sílice por lo cual el agente de acoplamiento más utilizado es el silano, se lo utiliza con mayor frecuencia es el γ- metacril-oxipropil trimetoxi-silano. (Rodriguez & Pereira, 2008)

El silano mejora de manera significativa las propiedades físicas y mecánicas de las resinas compuestas, pues establece una transferencia de tensiones de la fases que se deforma fácilmente (matriz resinosa), para la fase más rígida (partículas de relleno). Además, estos agentes de

acoplamiento evitan y previenen la penetración del agua en la interfase BisGMA/Partículas de relleno, promoviendo una estabilidad hidrolítica en el interior de la resina. (Rodriguez & Pereira, 2008)

Todos estos beneficios y propiedades del silano también han sido incorporados y aprovechados en esta nueva era de resinas Bulk Fill como agente de acoplamiento.

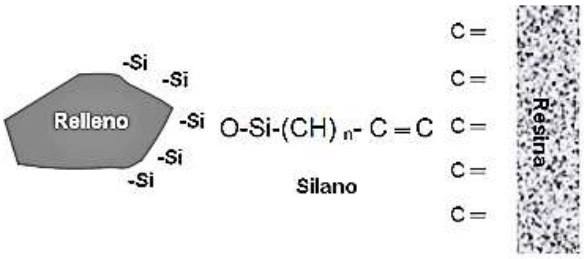

Figura 8 Agente de conexión Silano. (Rodriguez & Pereira, 2008)

3.4 Sistema de activación

Los compuestos de fotopolimerización se "fijan" mediante polimerización por radicales libres. Los fotones procedentes de la luz de curado son absorbidos por los fotoiniciadores. La energía que es absorbida excita las moléculas, permite la formación de radicales libres y la polimerización de los disparadores. Cuanto más oscuro y / o más opaco sea un material, menor será la profundidad de curado, ya que menos luz puede alcanzar a los iniciadores dentro del compuesto. A menudo no es posible polimerizar incrementos gruesos de manera confiable, a menos que el material sea altamente translúcido o contenga cantidades algo limitadas de cargas refractarias a la luz. Los sistemas iniciadores convencionales solos no pueden curar incrementos que excedan de 2 mm de manera confiable (Ivoclar Vivadent, 2014)

En cuanto a las resinas Bulk Fill, estas poseen aceleradores de polimerización (Ivocerina) y filtros sensibles a la luz que permiten un curado de mayor profundidad. (Uehara N., 2013)

La Ivocerina da como resultado un material con un máximo de absorción en el rango de luz azul de alrededor de 370 a 460 nm, presenta un alto coeficiente de absorción que permite un aumento de la eficiencia cuántica, lo que permite que el material se polimerice más rápidamente y con una mayor profundidad de curado. (Ivoclar Vivadent, 2014)

4) Resinas Bulk Fill

Se define como un material heterogéneo que está formado por dos componentes logrando de esta manera propiedades elevadas que sus componentes individuales.

El termino Bulk Fill ha sido utilizado por los fabricantes debido a que son resinas que pueden ser colocadas en bloques de hasta 4-5 mm, mediante la técnica monobloque o de una capa. (Del Valle , Christiani, Álvarez, & Zamudio, 2018)

Se pueden clasificar en:

- **Fluidas:** permite incrementos de hasta 4mm, tiene una consistencia parecida a las resinas fluidas y son indicadas para clase II y II, requiriendo al termino una capa adicional de resina convencional, ya que no proveen una buena estética.
- **Fluidas con vibración sónica:** para ser manipuladas es necesaria la utilización de una pieza ultrasónica, lo cual proporcionara una baja viscosidad al momento de su aplicación.
- **Condensables:** es utilizada en incrementos de hasta 4mm en una sola aplicación, sin la necesidad de realizar la técnica de incrementos, ya que puede ser aplicada en un solo bloque. (Corral, Vildósola, Bersezio, Alves, & Fernández, 2015)

4.1 Composición

a) Filtek Bulk Fill

Posee dos nuevos monómeros de metacrilato, los cuales combinados actúan para disminuir el estrés de polimerización; entre estos se encuentran uno de los monómeros de alto peso molecular llamado (AUDMA) lo que ayuda a disminuir la contracción volumétrica y la rigidez de la matriz polimérica.

El segundo metacrilato es un monómero por adicción/fragmentación (AFM), la cual durante la polimerización reacciona para desarrollar polímeros y ayuda a la disminución del estrés.

Las resinas Filtek Bulk Fill, contienen rellenos de sílice (20nm), zirconio (4-11nm), y un relleno de trifluoruro de iterbio lo que permitirá aumentar su radiopacidad.

La carga de relleno inorgánico total entre todos sus componente es alrededor de 76.5% en peso y 58.4% en volumen. (3M ESPE, 2014)

b) Tetric N-Ceram Bulk Fill

Presenta en la matriz monomérica Bis-GMA, Bis-EMA y UDMA lo cual proporciona una baja contracción de polimerización. La matriz orgánica representa aproximadamente el 21% de la masa, a su vez incorpora materiales de carga por cristales de silicato de aluminio y bario con dos partículas de diferentes tamaños un "Isofiller", fluoruro de iterbio y variación de óxidos esféricos con el fin de lograr las propiedades deseadas.

Los rellenos de cristales de vidrio que presentan dan como resultado un bajo desgaste y propiedades de pulido favorables. (Ivoclar Vivadent, 2014)

c) Opus FGM Bulk Fill

Contienen ingredientes activos como monómeros (UDMA) lo que ayuda a la baja contracción por volumen de polimerización, composición fotoiniciadora (APS) Advanced Polimerization System que consiste en la reducción de canforquinonas y se adiciona otros fotoiniciadores especiales para obtener un fotocurado de mayor profundidad, mejor estética y mejores propiedades mecánicas.

Ingredientes inactivos: carga inorgánica de dióxido de silicio (sílice) silanizados, estabilizantes y pigmentos. (FGM, 2019)

5) Propiedades de las resinas compuestas

5.1 Radiopacidad.

En los composites tanto convencionales como de tipo Bulk Fill existen elementos radiopacos como: bario, zinc, zirconio, iterbio, lantanio, entre otros, los cuales constituyen elementos importantes para el diagnóstico de: caries secundaria, excesos o ausencia de material, evaluación del contorno de la restauración, inclusiones de aire y otras imperfecciones producidas durante la preparación cavitaria.

Es importante tener en cuenta que la radiopacidad producida no solo depende de este tipo de elementos, sino también del tipo de película, cantidad de voltaje, técnica utilizada para la toma de la radiografía y angulación del cono. (Martínez, Comparación in vitro del grado de microfiltración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica en bloque en cavidades clase I en molares humanos, 2016)

5.2 Fluorescencia.

Fenómeno que permite la absorción de luz ultravioleta (invisible al ojo humano) que en fondos oscuros se interpreta como azulada; manifestado en mayor intensidad en la dentina por su contenido orgánico.

5.3 Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión implica el desarrollo de tenciones como: tracción, compresión y cizallamiento, las cuales guardan semejanza a aquella que pueden producir fracturas en la restauración; por lo tanto, esta es una propiedad que si permite evaluar la eficacia de los diferentes tipos de resina.

Los materiales que presentan alta resistencia inicial no siempre tienen una alta resistencia a la fatiga por lo que la técnica de relleno monoincremental, la cual es aplicada en los composites Bulk Fill proporciona una menor tensión de la cúspide, un estrés de contracción menor y una mayor resistencia a las fracturas. (Del Valle , Christiani, Álvarez, & Zamudio, 2018)

5.4 Contracción de polimerización.

Es el resultado del acercamiento de las moléculas durante la transformación de monómeros en polímeros, reflejada en la reducción del volumen de la resina.

Minimizar el esfuerzo de contracción es particularmente importante en un material que se aplica en incrementos de hasta 4mm. por lo tanto, en las resinas Bulk Fill poseen un calmante contra el estrés por contracción con un módulo de elasticidad bajo. El cual actúa como un resorte microscópico, atenuando las fuerzas generadas durante el encogimiento. La reducción de la contracción de la polimerización debería traducirse como una reducción del volumen volumétrico, una integridad marginal mejorada y una menor tensión de la contracción sobre la superficie compuesta / sobre la unión adhesiva. (Ivoclar Vivadent, 2014)

5.5 Absorción de agua.

Los monómeros utilizados tanto en las resinas convencionales como en las resinas de tipo Bulk Fill, son de tipo hidrofóbicos, a pesar de dicha característica se aprecia la absorción de agua en la matriz resinosa lo que provoca dos efectos:

- Liberación de monómeros residuales que forman puentes de hidrogeno con el agua en el medio bucal.
- Expansión higroscópica que permite la disminución de fisuras en la interfase del diente/restauración. (Martínez, Comparación in vitro del grado de microfiltración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica en bloque en cavidades clase I en molares humanos, 2016)

5.6 Color.

El color que se desea conseguir en las restauraciones es aquel que este combinado y mimetizado con las estructuras dentales circundantes. (Henostroza, 2006)

Las resinas que contienen una mayor cantidad de partículas pequeñas permiten que haya una mayor translucidez ideal para reproducir el esmalte, mientras que las que más saturadas son ideales para ser colocadas en dentina por ser menos translucidas. (Martínez, Comparación in vitro del grado de microfiltración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica en bloque en cavidades clase I en molares humanos, 2016)

En cuanto a las resinas Bulk Fill estas son más translucidas que las resinas convencionales. Para equilibrar esta translucidez, se emplean técnicas restauradoras, como la Bulk and Body, donde la resina Bulk Fill es utilizada internamente en la cavidad y recubierta con una resina convencional con opacidad un poco superior a la de una resina de esmalte. (Del Valle , Christiani, Álvarez, & Zamudio, 2018)

6) Polimerización

6.1 Principios de fotopolimerización

a) Grado de conversión

Es el porcentaje de enlaces dobles de carbono (C=C) que se convirtieron a simples (enlaces covalentes), pasando de esta manera de monómeros a complejos poliméricos o redes tridimensionales poliméricas. Un grado de conversión entre el 50 al 70% es frecuente en las resinas compuestas, los grupos metacrilato que no reaccionen tienen un efecto reblandecedor del polímero, por lo que se puede interpretar que las propiedades mecánicas y físicas del material se encuentran ligadas al grado de conversión. (Anusavice, 2004)

b) Factores que influyen en la profundidad de polimerización

Entre algunos de los factores que afectan la profundidad de polimerización encontramos:

a) Distancia entre la punta óptica y la resina compuesta.

La distancia entre el material y la punta óptica debe ser lo más cercana posible (< 2mm) para evitar de esta manera la divergencia y decremento de la intensidad de la luz, ya que esto produciría una reducción de fotones en la superficie de la resina. (Martínez, Comparación in vitro del grado de microfiltración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica en bloque en cavidades clase I en molares humanos, 2016)

b) ***Espesor de los incrementos de composite***

El incremento en el volumen de las capas de resina es inversamente proporcional al grado de conversión, por lo tanto, el espesor debe ser menor a 2mm para alcanzar una óptima polimerización. (Martínez, Comparación in vitro del grado de microfiltración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica en bloque en cavidades clase I en molares humanos, 2016)

En este sentido las nuevas resinas compuestas de sistema Bulk Fill han sido creadas con el objetivo de realizar incrementos mayores a 4mm sin tener limitaciones en el grado de polimerización, esto se debe a que en este tipo de composites poseen iniciadores que son adicionados a la matriz orgánica denominados moduladores de polimerización. Principalmente se encuentran compuestos por el activador de canforquinona más un oxido acilo fosfano, el cual es un potenciador que proporciona más reactividad a la luz de polimerización.

Estas características permiten que la fotopolimerización sea más rápida y con una mayor profundidad. (Del Valle , Christiani, Álvarez, & Zamudio, 2018)

6.2 Fases de fotopolimerización

a. *Fase pre-gel*

Es el inicio de la polimerización, procedimiento por el cual las moléculas presentan gran desplazamiento y las cadenas poliméricas han comenzado a formarse; el material es aun blando y moldeable capaz de eliminar el estrés de polimerización. (Martínez, Comparación in vitro del grado de microfiltración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica en bloque en cavidades clase I en molares humanos, 2016)

b. *Punto gel*

En este punto se empiezan a formar muchas más cadenas poliméricas dando lugar a macromoléculas con mucho más peso molecular, lo que da paso a que el material pierda su capacidad de fluidez o escurrimiento y se convierta en un sólido. (Maldonado, 2016)

c. *Fase pos-gel*

A partir del punto gel las moléculas pierden la capacidad de desplazarse y disminuyen la fluidez necesaria para compensar la contracción de polimerización. (Martínez, Comparación in vitro del grado de microfiltración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica en bloque en cavidades clase I en molares humanos, 2016)

6.3 Profundidad de curado.

La profundidad de curado se define como la cantidad de resina compuesta que se polimeriza al inducir la luz de la lampara de fotocurado con una intensidad promedio de 460mW/cm^2 en un tiempo determinado. Se encuentra limitada por la absorción de luz y la dispersión de esta por el material restaurador. (Medina & Carvajal, ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE CURADO DE 2 RESINAS BULKFILL A DE FOTOACTIVACION SEGÚN LA NORMA ISO 4049DISTINTAS DISTANCIAS, 2016)

Para mejorar la profundidad de curado de las resinas compuestas se puede modificar su estructura química de 3 formas distintas:

a) Incrementando el tamaño de las partículas de relleno.
b) Incrementando la translucidez del composite.
c) Mejorando el espectro de absorción y la reacción a la luz de los fotoiniciadores, lo cual se logra mediante la creación e inclusión de nuevos fotoiniciadores como el Ivocerin y combinaciones de Lucerin y la Canforquinona.

Como resultado, el material se caracteriza por una absorción máxima del espectro de luz azul entre 370nm y 460nm, y cuando se expone a la luz de una lámpara de polimerización potente los materiales Bulk Fill polimerizan rápidamente (10 segundos) en incrementos de hasta 4mm y aseguran una profundidad constante. Esto no es posible con las resinas convencionales debido a que no poseen tal combinaciones de fotoiniciadores, por lo que solo permiten incrementos de 2mm. (Medina & Carvajal, ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE CURADO DE 2 RESINAS BULKFILL A DE FOTOACTIVACION SEGÚN LA NORMA ISO 4049DISTINTAS DISTANCIAS, 2016)

Comparando las resinas más claras con aquellas que presentan tonalidades más oscuras, estas últimas poseen una mayor cantidad de pigmentos lo cual disminuye la velocidad de profundidad

de polimerización trayendo como consecuencia una conversión del material de las dos terceras partes en relación con aquellas que poseen tonalidades más claras. (Martínez, Comparación in vitro del grado de microfiltración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica en bloque en cavidades clase I en molares humanos, 2016)

7) Unidades de fotopolimerización.

El desarrollo de las resinas activadas por foto polimerización ha marcado de manera significativa la manera de aplicación y modelación de materiales restauradores.

7.1 Lámparas Halógenas de Cuarzo y Tungsteno (QTH)

Utilizadas en la década de los 90 en la que la intensidad de emisión oscilaba entre 300 y 360 mW/cm^2. Este tipo de unidades poseen forma de pistola con una punta guía de emisión de fibra de vidrio. Además, estas lámparas generaban mucho calor, por lo que era necesario el uso de ventiladores para disminuir la temperatura y permitir un ciclo de curado de 40 a 60 segundos. Poseen un amplio rango de emisión de longitudes de onda por lo que no tienen problema al fotoactivar distintos tipos de fotoiniciadores. (Medina & Carvajal, ESTUDIO COMPARTIVO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE CURADO DE 2 RESINAS BULKFILL A DISTANCIAS DE FOTOACTIVACIÓN SEGÚN LA NORMA ISO 4049, 2016)

7.2 Lámparas Led De Primera Generación

Fueron introducidas al mercado en 1995, con el objetivo de polimerizar determinados materiales dentales. Su principal ventaja se basa en que posee tiempos de curado menores que los utilizados en las lámparas halógenas convencionales, siendo su intensidad aproximadamente 400 mW/cm^2.

Entre las principales ventajas de este tipo de lámparas destaca el aumento en el tiempo de vida que es superior a las 10.000 horas, con un mínimo desgaste en su rendimiento, no requiere filtros

para la producción del espectro de luz ni ventiladores que enfríen las lámparas, pesan poco y son inalámbricas. (A. J. MELARA MUNGUÍA, 2008)

7.3 *Lámparas Led De Segunda Generación*

Gracias a los avances en la industria de los LED en la década del 2000 condujeron a colocar múltiples diodos en un solo LED individual, lo que aumenta en gran medida la producción de luz en general. La característica principal de estas unidades es el gran aumento de la potencia de salida respecto a la de primera generación, con un chip de 5 Watts equivalente a 10 – 20 de las unidades LED de primera generación, estas lámparas logran utilizar tiempos de exposición más cortos, siendo su intensidad de aproximadamente 600 mW/cm^2. La única desventaja es que solo emiten luz azul en un rango especifico de longitud de onda por lo que no activa los fotoiniciadores más recientes. (Medina & Carvajal, ESTUDIO COMPARTIVO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE CURADO DE 2 RESINAS BULKFILL A DISTANCIAS DE FOTOACTIVACIÓN SEGÚN LA NORMA ISO 4049, 2016)

7.4 *Lámparas Led De Tercera Generación*

Este tipo de lámparas permite la polimerización de materiales con fotoiniciadores diferentes a la canforquinona, los fabricantes de luces de curado usaron sets de chips que proporcionan más de una longitud de onda. (Pilar, 2018) El primero de estos utilizó un chip azul de 5W rodeado de 4 chips violetas de bajo poder (~400 nm). Al utilizar esta combinación la salida de longitudes de onda entregaba luz no sólo efectiva para canforquinona, sino también para iniciadores alternativos, creando así un LED de banda ancha o rango amplio capaz de activar tanto a los iniciadores de las resinas convencionales como los nuevos iniciadores incluidos en las resinas Bulk Fill. (Aranda, 2011)

La lámpara Bluephase Style de Ivoclar Vivadent la cual fue utilizada en este estudio, es un lámpara LED de tercera generación Polywave o Multiondas, que polimeriza en un espectro entre 385 y 515nm, lo que permite activar distintos fotoiniciadores. Así mismo posee una intensidad de 1100nW/cm2 que permite polimerizaciones profundas en cortos periodos de tiempo. (Medina &

Carvajal, ESTUDIO COMPARTIVO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE CURADO DE 2 RESINAS BULKFILL A DISTANCIAS DE FOTOACTIVACIÓN SEGÚN LA NORMA ISO 4049, 2016)

8) Norma ISO 4049

La norma internacional emitida por la Organización Internacional De Estandarización (ISO), la cual señala todos los requerimientos mínimos y las formas de prueba estándar para los materiales compuestos dentales es la norma ISO 4049. En dicha norma son evaluadas y analizadas varias características para materiales de fotopolimerización.

La profundidad de curado determina que tan grueso puede ser un cuerpo de resina fotopolimerizable manteniendo al mismo tiempo un nivel de conversión de monómero aceptable (>50%). (Negrete, 2016)

En esta norma se establece que los conformadores para los cuerpos de prueba deben de ser de acero inoxidable, así mismo poseer un diámetro interno de 4mm y una longitud igual al doble más 2mm que la profundidad de curado que el fabricante afirma, por ejemplo si el fabricante afirma que la resina compuesta logra una profundidad de 4mm como en el caso de las resinas Bulk Fill, el conformador deberá poseer una longitud de 10mm. (P.C= 4mm; 4mm x 2 + 2mm= 10mm) (Medina & Carvajal, ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE CURADO DE 2 RESINAS BULKFILL A DE FOTOACTIVACION SEGÚN LA NORMA ISO 4049DISTINTAS DISTANCIAS, 2016)

La ISO desarrollo una especificación técnica para la medición de la intensidad de la luz de curado, sugiere una mínima intensidad de 300mW/cm^2 entre una amplitud de banda de 400 a 515nm de la luz de curado.

La norma ISO también indica que no debe haber una distancia de separación mayor a 1 mm entre la lámpara de fotocurado y el material de restauración, ya que la intensidad de la luz de la

lámpara disminuye mientras más se aleje del composite. “Si la distancia desde la lámpara a la superficie del composite es mayor a 3 mm, la intensidad lumínica se reduce al 40% e inclusive pudiendo llegar a un 23% de reducción lumínica afectando la profundidad de curado. (Bravo & Terán, 2017)

Para que la resina compuesta evaluada apruebe la Norma ISO 4049 en lo que a profundidad de curado se refiere, esta prueba debe realizarse tres veces, y en el total de estas pruebas la profundidad de curado no debe ser menor a 2mm ni mayor a 0,5 mm por debajo del valor establecido por el fabricante en cuanto se refiere a las resinas convencionales, y en el caso de las resinas Bulk Fill no debe de ser menor a 4mm, ni mayor a 0,5mm por debajo del valor establecido por el fabricante.

6. Metodología

6.1 Tipo y diseño de estudio

El presente estudio es de tipo:

- Experimental in vitro: Se realizó en un ambiente artificial controlado por el investigador.
- Transversal: Se desarrolló en una línea de tiempo continua.
- Científico: Se trató de medir con la mayor exactitud posible.
- Descriptivo: Se describieron los resultados obtenidos.
- Comparativo: Se comparó los tres grupos de muestras para determinar cuál de estos posee mejor profundidad de curado.

6.2 Universo y Muestra

Para este estudio se diseñó la muestra probabilística por conveniencia tomando como referencia el trabajo de investigación realizado por Villacis 2016 en el cual se tomó una muestra de 60 especímenes; con estos antecedentes bibliográficos se decidió tomar la misma cantidad de muestras.

El estudio estuvo conformado por 60 bloques de resina Bulk Fill cilíndricos los cuales fueron distribuidos en: 20 bloques cilíndricos para el G1 de resina (3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill), 20 bloques cilíndricos para el G2 de resina (Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar Vivadent), 20 bloques cilíndricos para el G3 de resina (Opus Bulk Fill APS A2 - FGM). Todos los bloques de resina tuvieron un diámetro de 4mm x 10mm de altura. (Guerrero Bravo & Chumi Terán , 2017)

6.3 Criterios de Inclusión

Todos los bloques cilíndricos de resina Bulk Fill cumplieron con las especificaciones y dimensiones dadas por las normas de estandarización ISO 4049 y las establecidas en la metodología.

- Bloques de resina nano-híbrida “Bulk Fill” con dimensiones 4mm de espesor x 10 mm de altura.

6.4 Criterios de exclusión

- Bloques de resina sin fotopolimerizar.
- Bloques de resina que no se encuentren íntegros.

6.5 Materiales Y Métodos

- Tubos de resina nanohíbrida: (3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill), (Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar), (Opus Bulk Fill APS A2- FGM).
- 3 formadores de probetas de acero, para la preparación de 20 muestras cilíndricas de 10 mm de largo y 4mm de diámetro. (Veranes Pantoja , Autran Mateu , Álvarez Brito, & Gil Mur , 2005)
- Dos losetas o porta objetos.
- 1 Lámpara de Fotopolimerización (Ivoclar Vivadent Bluephase Stlye) (Carranza, 2015)
- Micrómetro digital, con exactitud de +0,01mm (BETA) (Guerrero Bravo & Chumi Terán , 2017)
- Espátula de plástico (American Eagle Instruments, Inc)
- 1 Caja de guantes de Nitrilo (SAFARI)
- 4 Espátulas de titanio (American Eagle Instruments, Inc)
- 1 Cámara Fotográfica (Nikon COOLPIX L830)

6.6 Confección para las muestras de resina

Para la realización del presente estudio se utilizaron 60 probetas para resina compuesta Bulk Fill: 20 probetas para resina (3MTM Filtek TM A2 Bulk Fill), 20 probetas para resina (Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar Ivoclar), 20 probetas para resina (Opus Bulk Fill APS A2 - FGM), elaborados de manera estandarizada. (Arce , Posada, López, & Garzón , 2005)

Primero. Según la norma ISO 4049, los conformadores para los cuerpos de prueba deben de ser de acero inoxidable, así mismo poseer un diámetro interno de 4mm y una longitud igual al doble más 2mm que la profundidad de curado que el fabricante afirma, por ejemplo si el fabricante afirma que la resina compuesta logra una profundidad de 4mm como en el caso de las resinas Bulk Fill, el conformador deberá poseer una longitud de 10mm. (P.C= 4mm; 4mm x 2 + 2mm= 10mm) (Medina & Carvajal, ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE CURADO DE 2 RESINAS BULKFILL A DE FOTOACTIVACION SEGÚN LA NORMA ISO 4049DISTINTAS DISTANCIAS, 2016). (Uehara N., 2013)

Segundo. Para la elaboración de la muestra de resina, se colocó una loseta, sobre esto se colocó el molde y se llenó con la resina a probar teniendo cuidado de excluir las burbujas de aire. Para colocar la resina se utilizó una espátula de titanio (American Eagle Instruments, Inc.). (Boza, 2015)

Tercero. Una vez concluida la colocación de resina, se presionó un portaobjetos en la parte superior del molde con la finalidad de estandarizar en 1 mm la distancia de fotopolimerización. (Boza, 2015)

Cuarto. Siguiendo el protocolo de fotocurado el cual norma la aplicación de la luz con una intensidad constante sobre la resinas, por un periodo de tiempo determinado, siguiendo este se utilizó la lámpara Ivoclar Vivadent Bluephase Stlye, con una potencia de 1200mW/Cm2, a una distancia de 1 mm, en un

ángulo de 90º durante 10 segundos en el molde de resina. Para estandarizar la distancia de fotocurado en cada bloque, se colocó entre la resina y la lámpara un portaobjetos de 1mm de espesor. (Ivoclar Vivadent, 2014)

La preparación de las muestras de resina de todos los grupos se realizó en horario diurno (9:00am – 2:00pm), con iluminación artificial, a temperatura ambiente 17 ºC, en seis sesiones. (Boza, 2015)

Se elaboraron 60 muestras distribuidas de la siguiente manera:

- Grupo A: 20 probetas (3MTM Filtek TM A2 Bulk Fill),
- Grupo B: 20 probetas (Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar Vivadent).
- Grupo C: 20 probetas (Opus Bulk Fill APS A2 - FGM).

Quinto. Después finalizar con la fotoactivación, se extrajo la muestra del molde con una espátula de plástico y se retiró el material no polimerizado. Se midió la altura del cilindro de resina polimerizada, usando el micrómetro de 0,01mm de precisión, se registró como la profundidad de polimerización de la resina. (Boza, 2015)

6.7 Procesamiento de datos

Los valores serán sometidos en primer lugar, al test de Shapiro-Wilk para poder verificar la normalidad de los datos en análisis estadístico descriptivo, con un nivel de significancia de α=0,5. Luego de dicho análisis se realizará el análisis inferencial de los datos, con el Test ANOVA. Finalmente se realizará el test HSD de Tukey el cual mostrará si se presentan valores estadísticamente diferentes entre los grupos a estudiar.

6.8 Resultados

En la Tabla Nº 1, se observa los resultados obtenidos de cada una de las pruebas piloto de los tres grupos de resinas Bulk Fill, así como los resultados de las mediciones de cada una de las muestras de resina fotopolimerizada de los tres grupos de resinas Bulk Fill, obteniendo una media para uno de los mismos.

Grupo A				Grupo B			Grupo C	
Medición de Muestra	**3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill**	**Media**	**Medición de Muestra**	**Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar**	**Media**	**Medición de Muestra**	**OPUS BULK FIL A2 –FGM**	**Media**
Piloto 1	4.86mm		**Piloto 1**	**4.65mm**		**Piloto 1**	**3.62mm**	
Piloto 2	4.60mm		**Piloto 2**	**4.19mm**		**Piloto 2**	**3.85mm**	
Piloto 3	4.43mm		**Piloto 3**	**4.50mm**		**Piloto 3**	**4.30mm**	
Piloto 4	4.99mm		**Piloto 4**	**4.54mm**		**Piloto 4**	**3.62mm**	
Piloto 5	4.49mm		**Piloto 5**	**4.75mm**		**Piloto 5**	**3.89mm**	
Nº 1	4.05mm		***Nº 1***	**4.82mm**		***Nº 1***	**3.33mm**	
Nº 2	4.69mm		***Nº 2***	**5.00mm**		***Nº 2***	**3.58mm**	
Nº 3	4.71mm		***Nº 3***	**4.63mm**		***Nº 3***	**3.66mm**	
Nº 4	3.88mm		***Nº 4***	**4.13mm**		***Nº 4***	**4.59mm**	
Nº 5	4.81mm		***Nº 5***	**4.39mm**		***Nº 5***	**4.30mm**	
Nº 6	4.73mm		***Nº 6***	**4.68mm**		***Nº 6***	**4.37mm**	
Nº 7	4.55mm		***Nº 7***	**4.58mm**		***Nº 7***	**3.51mm**	
Nº 8	4.92mm		***Nº 8***	**4.60mm**		***Nº 8***	**4.01mm**	
Nº 9	4.35mm		***Nº 9***	**4.86mm**		***Nº 9***	**3.74mm**	
Nº 10	4.45mm	4.663	***Nº 10***	**4.32mm**	4.57	***Nº 10***	**4.66mm**	4.078
Nº 11	4.76mm		***Nº 11***	**4.79mm**		***Nº 11***	**4.49mm**	
Nº 12	5.20mm		***Nº 12***	**4.53mm**		***Nº 12***	**4.24mm**	
Nº 13	5.06mm		***Nº 13***	**4.08mm**		***Nº 13***	**3.74mm**	
Nº 14	4.88mm		***Nº 14***	**4.69mm**		***Nº 14***	**4.26mm**	
Nº 15	4.93mm		***Nº 15***	**4.17mm**		***Nº 15***	**4.36mm**	
Nº 16	4.45mm		***Nº 16***	**4.38mm**		***Nº 16***	**4.01mm**	
Nº 17	4.56mm		***Nº 17***	**4.56mm**		***Nº 17***	**4.18mm**	
Nº 18	4.87mm		***Nº 18***	**4.76mm**		***Nº 18***	**4.32mm**	
Nº 19	4.52mm		***Nº 19***	**4.81mm**		***Nº 19***	**4.11mm**	
Nº 20	4.89mm		***Nº 20***	**4.74mm**		***Nº 20***	**4.10mm**	

Tabla Nº 1: Profundidad de Fotopolimerización de los tres grupos de resina Bulk Fill

Fuente: *PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE DIFERENTE RESINAS NANO-HÍBRIDAS BULK Fill.*
Elaboración: *Autor*

Los datos obtenidos se analizaron mediante el programa Microsoft Excel 2016, se realizaron 2 pruebas estadísticas principales, T-Student para muestras independientes y el análisis ANOVA para la comparación de los tres grupos independientes, para realizar estas pruebas es necesario comprobar el supuesto de normalidad, para lo cual se aplicó la prueba de Shapiro Wilk, en la que se obtuvo una distribución normal en los tres grupos independientes.

Shapiro – Wilk			
	Calculado	Tablas	Distribución Normal
Grupo A	0.9479	0.905	SI
Grupo B	0.9477	0.905	SI
Grupo C	0.956	0.905	SI

Tabla* Nº *2: Análisis Shapiro – Wilk

Fuente: *PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE DIFERENTE RESINAS NANO-HÍBRIDAS BULK Fill.*
Elaboración: *Autor*

Se determinaron los promedios de profundidad para las tres marcas diferentes en las que se observaron los siguientes resultados: Marca A: 4.663±0.323; Marca B: 4.576±0.257 y la Marca C: 4.078±0.374, así pues, se comprueba la hipótesis planteada, en la cual las resinas de las 3 marcas diferentes presentan una profundidad de polimerización de mínimo 4mm.

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Grupo A	20	4.663	0.32319295	3.88	5.2
Grupo B	20	4.576	0.25744494	4.08	5
Grupo C	20	4.078	0.37396313	3.33	4.66

Tabla Nº 3: Desviación estándar de la Profundidad de fotopolimerización de los tres grupos de resina Bulk Fill.

Fuente: *PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE DIFERENTE RESINAS NANO-HÍBRIDAS BULK Fill.*
Elaboración: *Autor*

La prueba estadística T-Student para Muestras Independientes se realizó entre 2 marcas (AyB; AyC; ByC), al compararse el grupo AyB se observó que la marca A presenta una mayor profundidad de polimerización, sin embargo no existe una diferencia estadísticamente significativa entre estos dos grupos, mientras que para los grupos AyC y ByC si existe una diferencia significativa entre las profundidades de polimerización, entre el grupo AyC, la marca A presenta una mayor profundidad de polimerización y entre el grupo ByC, la marca B presenta una mayor profundidad de polimerización.

	A	***B***	***C***
Media	***4.663***	***4.576***	***4.078***
Desv.estandar	***0.323192952***	***0.257444935***	***0.373963128***
N	***20***	***20***	***20***
μ	***4***	***4***	***4***
t c	***9.174167073***	***10.0058302***	***0.932783417***
t t	***1.7291***	***1.7291***	***1.7291***
Ho	***NO***	***NO***	***SI***

Tabla* Nº *4: Análisis T-Student

Fuente: *PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE DIFERENTE RESINAS NANO-HÍBRIDAS BULK Fill.*
Elaboración: *Autor*

Igualmente se aplicó la prueba ANOVA para comparar las 3 marcas de resina Bulk Fill y determinar si existe una varianza significativa entre la profundidad de polimerización de las mismas, realizada esta prueba se determinó que el promedio de profundidad varía entre los 3 grupos.

Grupos	***Cuenta***	***Suma***	***Promedio***	***Varianza***
Marca A	20	93.26	4.663	0.104453684
Marca B	20	91.52	4.576	0.066277895
Marca C	20	81.56	4.078	0.139848421

Tabla* Nº *5: Análisis ANOVA

Fuente: *PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE DIFERENTE RESINAS NANO-HÍBRIDAS BULK Fill.*
Elaboración: *Autor*

Para establecer el grupo o grupos que presentan una variación, se aplicó la prueba de Tukey, se puede observar que la Marca A presenta una mayor profundidad de polimerización, respecto a la marca B con un valor de 0.087 y a la marca C con 0.585, mientras que la marca B con respecto a la marca C presenta una variación de 0.498, llegando a la conclusión que existe una variación significativa entre el promedio de profundidad de polimerización de las marcas AyC y ByC mientras que las marcas AyB presentan una profundidad de polimerización estadísticamente semejante. En base a lo mencionado se concluye que la resina A presenta una mejor profundidad de fotopolimerización.

	A	B	C
A		0.087	0.585
B			0.498
C			

Tabla* Nº *6: Análisis Tukey

Fuente: *PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE DIFERENTE RESINAS NANO-HÍBRIDAS BULK Fill.*
Elaboración: *Autor*

7. Discusión

Con la aparición de resinas compuestas nanohíbridas Bulk Fill, se ha prometido según los fabricantes, una disminución del tiempo clínico en la restauración de piezas dentales por parte de Odontólogos, como también la posibilidad de dejar de lado la técnica incremental convencional y poder realizar incrementos de hasta 5mm en las restauraciones, por lo tanto, el presente estudio tuvo como finalidad determinar la profundidad de fotopolimerización de diferentes resinas nano-híbridas Bulk Fill como: **3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill (A) , Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar Vivadent (B) y OPUS BULK FIL A2 –FGM (C) .** se determinó que la resina **3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill** presenta una mejor profundidad de polimerización con respecto a las dos otras marcas comerciales utilizadas en el presente estudio.

En un estudio similar realizado por Medina & Carvajal. 2016, concluye que las resinas Bulk Fill logran una mayor profundidad de polimerizacion, debido a que poseen mayor cantidad de iniciadores y la inclusión de nuevos fotoiniciadores más reactivos y potentes y alta translucidez que permite una mejor penetracion de la luz.

Un estudio realizado por Melara, Arregui, Guinot, Sáez & Bellet. 2008 demostró que las lámparas LED presentan mejores propiedades en comparación con las lámparas halógenas, por lo cual destaca que las mismas tienen un bajo peso, son ergonómicas e inalámbricas. Así mismo confirman que tienen una emisión de energía más eficaz (460 y 490nm) para la activación de las canforquinonas en comparación con las lámparas halógenas convencionales.

En una investigación realizada por Del Valle, Christiani, Álvarez & Zamudio 2018, aseguran que las resinas Bulk Fill han demostrado tener las bases para proporcionarle al Odontólogo su selección en el sector posterior de la boca, ya que las mismas poseen características y propiedades que se adecuan a los

requerimientos terapéuticos, al ser una técnica simple, rápida y práctica, que reduce el número de pasos clínicos.

En un trabajo de investigación realizado por Durán, Tisi &Urzúa 2019 refiere que, las resinas Bulk Fill compactables pueden usarse en un único incremento siempre y cuando la profundidad de la preparación cavitaria no sea superior a 4mm, por lo que requiere de un clínico entrenado para lograr la anatomía dental en un paso clínico.

8. Conclusiones

c) La resina **3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill** presenta una mayor profundidad de polimerización con un valor de **0.087**, que la resina **Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar Vivadent** sin embargo no existe una diferencia estadísticamente significativa entre estos dos grupos.

d) La resina **3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill** presenta una mayor profundidad de polimerización con un valor de **0.585**, que la resina **OPUS BULK FIL A2 –FGM** existiendo una variación significativa entre el promedio de profundidad de polimerización.

e) La resina **Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar Vivadent** presenta una mayor profundidad de polimerización con un valor de **0.498**, que la resina **OPUS BULK FIL A2 –FGM,** en donde se encontró una variación significativa entre el promedio de profundidad de polimerización.

f) Comparando los resultados obtenidos de las tres marcas comerciales de resinas utilizadas en esta investigación se puede concluir que la resina **3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill** presenta una mayor profundidad de polimerización que las otras dos resinas.

9. Recomendaciones

- Se recomienda la realización de nuevos estudios sobre la profundidad de fotopolimerización de resinas Bulk Fill, con sus distintas técnicas de restauración.

- Se recomienda realizar estudios comparativos de la profundidad de fotopolimerización de las resinas Bulk Fill, usando distintas lámparas de fotocurado.

- Se recomienda realizar investigaciones que determinen las propiedades y uso clínico de las resinas Bulk Fill en el uso diario odontológico.

10. Bibliografía

3M ESPE. (2014). *Filtek Bulk Fill.*

A. J. MELARA MUNGUÍA, M. A. (2008). Actualización de los diferentes tipos de lámparas de fotopolimerización. Revisión de la literatura. *Odontología Pediátrica, 16*(3).

Adela Hervás García, M. A. (Abril de 2006). Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Med. oral patol. oral cir.bucal (Internet), 11*(2).

Anusavice, K. J. (2004). *PHILLIPS Ciencia de los materiales dentales* (Undécima ed.). Madrid : Elsevier España.

Arce Muñoz, N., Cabezas González, C., Posada Ayala, E., López Moreno, L., & Garzón R, H. (Septiembre de 2005). COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA DE DOS RESINAS MICROHÍBRIDAS PARA LA RESTAURACION DENTAL. *Revista Estomatologica, 13*(2).

Bravo, A. G., & Terán, R. E. (Junio de 2017). Comparación in vitro de la profundidad de curado de una resina nanohíbrida fotoactivada con luz halógena versus luz led. *Revista Nacional de Odontología, 13*(26).

Carranza, C. R. (2015). *MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS DE NANOTECNOLOGIA, APLICADAS EN UN SOLO BLOQUE: ESTUDIO IN VITRO.* Tesis doctoral, UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, Facultad de Odontología , Lima .

Conceição, E. N. (2008). *Odontologia Restauradora. Salud Y Estetica* (2 ed.). Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana Sa.

del Valle Rodríguez, A. M., Juan José Christiani, J. J., Álvarez, N., & Zamudio, M. E. (2018). Revisión de resinas Bulk Fill: Estado Actual . *RAAO, LVIII*(1).

Flórez, M. S. (2017). DUREZA SUPERFICIAL Y PROFUNDA DE SISTEMAS DE RESINAS BULKFILL.

Guerrero Bravo , A. G., & Chumi Terán , R. E. (Junio de 2017). Comparación in vitro de la profundiad de curado de una resina nano-híbrida fotoactivada con luz hálogena verus luz LED. *Revista Nacional de Odontología, 13*(26).

Henostroza, G. (2006). *Estética en odontología restauradora* (Primera ed.). Madrid: Ripano.

Ivoclar Vivadent. (2014). *Tectric Ceram Bulk Fill.* Scientific Documentation .

Maldonado, J. S. (2016). RESISTENCIA COMPRESIVA: ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO ENTRE UN CERÓMERO Y UNA RESINA DE NANOTECNOLOGIA SOMETIDA A DOS TIPOS DE COMPLEMENTACIÓN DE POLIMERIZACIÓN.

Martínez, M. d. (2016). Comparación in vitro del grado de microfiltración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica en bloque en cavidades clase I en molares humanos.

Medina , M., & Carvajal, S. (2016). *ESTUDIO COMPARTIVO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE CURADO DE 2 RESINAS BULKFILL A DISTANCIAS DE FOTOACTIVACIÓN SEGÚN LA NORMA ISO 4049.* Tesis , Uviversidad Andrés Bello , Facultad de Odontología Viña del Mar, Viña del Mar.

Medina, M., & Carvajal, S. (2016). ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE CURADO DE 2 RESINAS BULKFILL A DE FOTOACTIVACION SEGÚN LA NORMA ISO 4049DISTINTAS DISTANCIAS.

Negrete, N. S. (2016). EFECTIVIDAD DEL USO DE LÁMPARAS DE ALTA POTENCIA EN LA PROFUNDIDAD DE FOTOCURADO EN RESINAS COMPUESTAS. .

Ojeda, G. D., Tisi, J. P., & Urzúa, I. (Febrero de 2019). Alternativas clínicas para el uso de composites Bulk-Fill compactables y fluidos: Reporte de un caso paso a paso. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences - Revista UCR*(45).

Ortega, N. A. (2011). ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE RESINA COMPUESTA FLUIDA CON LÁMPARA LED AL INTERPONER BLOQUES DE PORCELANAS PARA ESTRUCTURAS LIBRES DE METAL.

Pardo, M. A. (2014). ANÁLISIS COMPARATIVO IN VITRO DEL SELLADO MARGINAL DE RESTAURACIONES CLASE II DE RESINA COMPUESTA REALIZADAS CON TÉCNICA INCREMENTAL OBLICUA VERSUS TÉCNICA INCREMENTAL. Santiago de Chile, Chile.

Peutzfeldt, A. (April de 1997). Resin composites in dentistry: the monomer systems. *EUROPEAN JOURNAL O FORAL SCIENCES, 105*(97-116).

Pilar, S. G. (2018). Efectividad de la polimerización de lámpara led vs lámpara halógena en un cemento resinoso a través de discos de cerámica. Estudio in vitro.

Revolledo, E. D. (2013). ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA DE RESINAS COMPUESTAS MICROHIBRIDAS Y NANOHIBRIDAS .

Rodolfo Ochoa Pedroza, Y. R. (2017). ESTUDIO COMPARATIVO "IN VITRO" DE RESISTENCIA A LA FRACTURA ENTRE DOS CERÁMICAS HÍBRIDAS EN RESTAURACIONES ONLAY.

RODRIGUEZ G Douglas R, P. S. (Diciembre de 2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana , 46*(3).

Uehara N., R. A. (Septiembre de 2013). ADAPTACIÓN MARGINAL DE LAS RESINAS BULK FILL. *Revista RODYB, II*(3).

Veranes Pantoja , Y., Autran Mateu , F., Álvarez Brito, R., & Gil Mur , F. J. (2005). Determinación de la profundidad de curado y propiedades mecánicas de composites dentales fotopolimerizables experimentales. *RCOE , 10*(2).

11. Anexos

Anexo 1: Molde de acero inoxidable formador de probetas de resina

Anexo 2: Introducción de la resina nanohíbrida Bulk Fill dentro del formador de probetas.

Anexo 3: Fotopolimerización de los bloques de resina Bulk Fill de manera estandarizada.

Anexo 4: Medida de la profundidad de polimerización de los bloques de resina Bulk Fill con micrómetro digital de 0,01mm de precisión.

Anexo 5: Bloques de resina fotopolimerizada 3M^{TM} Filtek ^{TM} A2 Bulk Fill.

Anexo 6: Bloques de resina fotopolimerizada Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar.

Anexo 7: Bloques de resina fotopolimerizada OPUS BULK FIL A2 –FGM.

Anexo 8 Preproyecto de tesis

Tema:

PROFUNDIDAD DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE DIFERENTES RESINAS NANO-HÍBRIDAS BULK FILL.

1. Problemática

Las resinas compuestas son usadas actualmente en los diferentes tratamientos restauradores por el odontólogo. La técnica de acondicionamiento ácido esmalte/dentina, los actuales adhesivos y las importantes mejoras que han tenido las resinas posibilitan efectuar restauraciones adecuadas. (González Guzmán, Urista García , & Martinez Cortés, 2017)

Desde el punto de vista clínico las resinas se volvieron imprescindibles como materiales de obturación después de 1955, cuando Buonocore introdujo la técnica de grabado ácido, y a partir de dicha fecha se ha logrado avanzar significativamente, pero aún no se ha logrado la deseada integración estructural entre el tejido dentario y la restauración. (Uribe Echevarría , 1990)

Desde la introducción de las resinas fotopolimerizables, los dentistas han tenido que emplear la técnica incremental. Estas resinas necesitan luz (en la longitud de onda adecuada) para activar un fotoiniciador, con el que comienza el proceso de polimerización. Si la penetración de la luz es insuficiente, la activación de esa reacción puede ser deficiente, lo que podría dar como resultado un material con un bajo o nulo grado de polimerización. La profundidad de la polimerización de una resina se determina por los monómeros, los iniciadores y el tono / opacidad del material. Además, la efectividad de la luz se ve afectada por muchos factores como: la longitud de onda, la intensidad lumínica, la distancia de la fuente luminosa y el tiempo de exposición. (3M ESPE, 2014)

La técnica incremental se usa para solucionar la contracción y el estrés por contracción correspondiente, que es el resultado de la reacción a la polimerización. La técnica incremental permite manipular la resina con mayor precisión, de modo que se asegure la adaptación, en particular a los bordes.

Por otro lado, se considera que la técnica incremental es lenta y tediosa, en especial en los dientes posteriores. (3M ESPE, 2014)

Ante esta problemática, surge un nuevo concepto en resinas compuestas para el sector posterior, las llamadas resinas en bloque o "Bulk", que permiten restaurar cavidades con estratos de espesores de hasta 4mm, rompiendo los protocolos tradicionales de estratificado, en un tiempo más reducido que el habitual, necesitando solo 10 segundos de fotopolimerización. Básicamente se incorporaron en la composición de la resina filtros sensibles a la luz que permiten un curado de mayor profundidad y la adición de aceleradores de polimerización. (Magliano Misisian & Ermoli, 2014)

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. 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. (BA, FE, & VDH, 2016)

En la actualidad, se han creado una gran cantidad de resinas compuestas que se utilizan en un solo incremento, estas resinas compuestas nanohíbridas permiten hacer restauraciones posteriores con un procedimiento sencillo, de un solo paso operatorio, para así optimizar el tiempo de trabajo sin alterar sus resultados clínicos. (López Castilo & Madrigal Mora, 2016)

Sin embargo, al ser fotoactivadas en grandes incrementos (hasta 5mm de profundidad) no se sabe con certeza si se logrará obtener un resultado con adecuadas propiedades físicas y se plantean

muchas interrogantes sobre el comportamiento que adquieren al ser utilizadas. (López Castilo & Madrigal Mora, 2016).

Es por esta razón que la presente investigación pretende determinar la profundidad de polimerización de las resinas: (3M™ Filtek™ A2 Bulk Fill), (Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar Vivadent), (Opus Bulk Fill FGM), para de esta manera obtener resultados que comprueben si efectivamente se logra el fotocurado completo al utilizar esta técnica en bloque, para con ello obtener una reducción del tiempo operatorio.

2. Justificación

En la actualidad existen una nueva variedad de resinas “Bulk Fill” que según las especificaciones del fabricante pueden ser colocadas en un solo bloque de a 4 a 5mm sin alterar sus propiedades fisicoquímicas. (Boza, 2015)

Así (Toledano, 2003) mencionó que las resinas compuestas han sido las más usadas en el tratamiento restaurador odontológico durante los últimos 20 años; (Silva, Rocha, Kimpara, & Uemura, 2008) constataron que su uso aumentará además que evolucionarán corrigiendo varias de sus falencias, e irán desarrollando un excelente progreso en cuanto a características y propiedades de biocompatibilidad.

Por su parte (Ivoclar Vivadent, 2012) señaló que el uso de la resina “Bulk Fill”, facilita el tratamiento restaurador en piezas del sector posterior, reduciendo el tiempo empleado en restaurar de manera directa una cavidad amplia prácticamente a la mitad, debido a que se puede realizar incrementos de hasta 4mm por capa.

Estas resinas, se encuentran indicadas especialmente en cavidades de clase I y II sobre todo en piezas posteriores.

Es importante determinar claramente los parámetros ideales de poder aplicar las resinas ¨Bulk Fill¨ en bloque de 4mm, ya que al no existir estudios suficientes que determinen si efectivamente se da el fotocurado completo. Esto nos permitirá realizar restauraciones con un mejor manejo clínico y un menor tiempo operatorio.

3 Objetivos

3.1 Objetivo General

- Determinar la profundidad de polimerización de las resinas: (3M^{TfM} Filtek^{TM} A2 Bulk Fill), (Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar Vivadent), (Opus Bulk Fill APS A2 - FGM).

3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la profundidad de polimerización de la resina 3M^{TM} Filtek ^{TM} A2 Bulk Fill.
- Determinar la profundidad de polimerización de la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar Vivadent.
- Valorar la profundidad de polimerización de la resina Opus Bulk Fill APS A2 – FGM.
- Comparar la profundidad de polimerización entre las resinas Bulk Fill.

4 Hipótesis

Las resinas nano-híbridas “Bulk Fill” tienen una adecuada profundidad de polimerización al ser colocadas en bloque de hasta 4mm.

5 Introducción

En la actualidad, debido a la gran demanda estética y funcional por parte del paciente que acude a un servicio de atención odontológica, las resinas compuestas o composites se han transformado en uno de los materiales dentales más utilizados para la confección de restauraciones directas, pues son estéticamente aceptables, poseen una plasticidad adecuada para su manipulación en la técnica directa, y tienen la capacidad de adherirse al diente mediante procedimientos adhesivos específicos, logrando preservar la estructura dentaria sana, sin necesidad de extenderse hacia un diseño cavitario retentivo, liderando así los avances hacia la odontología mínimamente invasiva.

Las resinas compuestas convencionales, las cuales fueron introducidas en el año de 1962 por el Dr. Bowen, lograron minimizar de manera significativa, las desventajas de las resinas acrílicas, que hacia la década de 1940 habían remplazado a los cementos de silicato, los cuales eran hasta ese entonces los únicos materiales estéticos disponibles. Este tipo de materiales han presentado constantes cambios tanto en la composición de su matriz orgánica, como en el tamaño de sus partículas de carga y composición. (Rodriguez & Pereira, 2008)

La tendencia actual es la disminución del tamaño de las partículas, haciendo que la distribución sea lo más cercana posible, en torno a 0.05 µm. la clasificación de las resinas está basada en el tamaño y distribución de las partículas de relleno: en convencionales o macrorelleno y microrelleno, estas a su vez en resinas hibridas, las cuales se clasifican en híbridos modernos, resinas de nanorelleno y resinas nanohíbridas. (Flórez, 2017)

En los últimos tiempos ha surgido una nueva variedad de resinas compuestas nanohíbridas denominadas Bulk Fill, cuya principal característica es su aplicación en incrementos de 4 a 5mm. esta posibilidad de poder realizar incrementos en mayores espesores se debe al desarrollo en la dinámica de los fotoiniciadores y de la elevada translucidez que presenta, lo que permite mayor

penetración de la luz a mayores profundidades. Estas resinas han demostrado reducir el estrés de contracción de polimerización respecto a las resinas compuestas convencionales compactables y fluidas. (Ojeda, Tisi, & Urzúa, 2019)

En base a lo antes mencionado, el presente proyecto de investigación tiene como objetivo general: Determinar la profundidad de polimerización de las resinas nanohíbridas Bulk Fill.

Y como objetivos generales se planteó: Evaluar la profundidad de polimerización de la resina 3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill; Determinar la profundidad de polimerización de la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar Vivadent; Valorar la profundidad de polimerización de la resina Opus Bulk Fill APS A2 – FGM; y comparar la profundidad de polimerización entre las resinas Bulk Fill.

Finalmente se planteó como hipótesis que las resinas nanohíbridas “Bulk Fill” tienen una adecuada profundidad de polimerización al ser colocadas en bloque de hasta 4mm.

6 Marco Teórico

6.1 Resinas compuestas

6.1.1 Generalidades.

6.1.2 Clasificación de las resinas compuestas.

6.1.2.1 Resinas de macrorelleno o convencionales.

6.1.2.2 Resinas de microrelleno.

6.1.2.3 Resinas híbridas

6.1.2.4 Resinas microhíbridas

6.1.2.5 Resinas nano hibridas

6.1.3 Composición de las resinas.

6.1.3.1 Matriz resinosa

6.1.3.2 Partículas de relleno

6.1.3.3 Agente de acoplamiento

6.1.3.4 Sistema de activación

6.1.4 Propiedades de las resinas compuestas

6.1.4.1 Radiopacidad.

6.1.4.2 Fluorescencia.

6.1.4.3 Resistencia a la flexión

6.1.4.4 Contracción de polimerización.

6.1.4.5 Absorción de agua.

6.1.4.6 Color.

6.1.5 Polimerización

6.1.5.1 Principios de fotopolimerización

6.1.5.1.1 Grado de conversión

6.1.5.1.2 Factores que influyen en la profundidad de polimerización

6.1.5.2 Fases de fotopolimerización

d. ***Fase pre-gel***

e. ***Punto gel***

f. ***Fase pos-gel***

6.1.6 Profundidad de curado.

11.1.1 Unidades de fotopolimerización.

- ***Lámparas Halógenas de Cuarzo y Tungsteno (QTH)***
- ***Lámparas Led De Primera Generación***
- ***Lámparas Led De Segunda Generación***
- ***Lámparas Led De Tercera Generación***

11.1.2 Norma ISO 4049

12. Conceptualización de Variables

12.1 Variables Dependientes

- Resinas nanohíbridas Bulk Fill
- Microdureza Superficial

12.2 Variables Independientes

- Tipos de polimerización
- Profundidad de polimerización

Variable	Definición Operacional	Tipo	Clasificación	Indicador Categórico	Escala de medición
Resina compuesta Bulk Fill	Material de obturación con gran densidad de entrecruzamientos poliméricos, compuesta por matriz orgánica e inorgánica del color de los dientes que se usa principalmente para la restauración de piezas dentales como material permanente en boca.	**Dependiente**	**Cuantitativa** **Continua**	Guía de procedimiento clínico	
Tipos de polimerización	Mediante la polimerización se producirá una reacción química en la cual los monómeros se unen para formar polímeros.	**Independiente**	**Cualitativa** **Nomina**	**Luz** **Calor**	

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	**Independiente**			Norma ISO4049

13. Metodología

13.1 Tipo y diseño de estudio

El presente estudio es de tipo:

- Experimental in vitro: Se realizará en un ambiente artificial controlado por el investigador.
- Transversal: Se desarrollará en una línea de tiempo continua.
- Científico: Se tratará de medir con la mayor exactitud posible.
- Descriptivo: Se describirán los resultados obtenidos.
- Comparativo: Se comparará los tres grupos de muestras para determinar cuál de estos posee mejor profundidad de curado.

13.2 Universo y Muestra

El estudio estará conformado por 60 bloques de resina Bulk Fill cilíndricos los cuales serán distribuidos en: 20 bloques cilíndricos para el G1 de resina (3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill), 20 bloques cilíndricos para el G2 de resina (Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar Vivadent), 20 bloques cilíndricos para el G3 de resina (Opus Bulk Fill APS - FGM). Todos los bloques de resina tendrán un diámetro de 4mm x 10mm de altura. (Guerrero Bravo & Chumi Terán , 2017)

13.3 Criterios de Inclusión

Todos los bloques cilíndricos de resina Bulk Fill deberán cumplir con las especificaciones y dimensiones dadas por las normas de estandarización ISO 4049 y las establecidas en la metodología.

- Bloques de resina nano-híbrida “Bulk Fill” con dimensiones 4mm de espesor x 10 mm de altura.
- bloques de resinas íntegros, sin fisuras.
- Resina completamente fotopolimerizada, sin burbujas.

13.4 Criterios de exclusión

Todos los bloques de resina que no cumplan con las normas de estandarización ISO 4049 y las establecidas en la metodología.

- Bloques de resina sin fotopolimerizar.
- Bloques de resina que no se encuentren íntegros.

13.5 Materiales Y Métodos

- Tubos de resina nanohíbrida: (3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill), (Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar Vivadent), (Opus Bulk Fill APS A2- FGM).
- 3 formadores de probetas de acero, para la preparación de 20 muestras cilíndricas de 10 mm de largo y 4mm de diámetro. (Veranes Pantoja , Autran Mateu , Álvarez Brito, & Gil Mur , 2005)
- Dos losetas o porta objetos.
- 1 Lámpara de Fotopolimerización (GNATUS OptiLigth Max-1200mW/cm2) (Carranza, 2015)
- Micrómetro digital, con exactitud de +0,01mm (BETA) (Guerrero Bravo & Chumi Terán , 2017)
- Espátula de plástico (American Eagle Instruments, Inc)
- 1 Caja de guantes de Nitrilo (SAFARI)
- 4 Espátulas de titanio (American Eagle Instruments, Inc)
- 1 Cámara Fotográfica (Nikon COOLPIX L830)

13.6 Confección para las muestras de resina

Para la realización del presente estudio se utilizaran 60 probetas para resina compuesta Bulk Fill: 20 probetas para resina (3M™ Filtek ™ A2 Bulk Fill), 20 probetas para resina (Tetric N-

Ceram Bulk Fill A2 - Ivoclar Vivadent), 20 probetas para resina (Opus Bulk Fill APS A2 - FGM), elaborados de manera estandarizada. (Guerrero Bravo & Chumi Terán , 2017)

Según la norma ISO 4049, la altura del molde donde se va a colocar la resina debe de ser 2mm mayor que el doble de la profundidad afirmada por el fabricante; por lo tanto, se procederá a estandarizar todas las muestras en probetas con un diámetro de 4mm x 10mm de altura confeccionadas de acero. (Medina & Carvajal, ESTUDIO COMPARTIVO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE CURADO DE 2 RESINAS BULKFILL A DISTANCIAS DE FOTOACTIVACIÓN SEGÚN LA NORMA ISO 4049, 2016)

Para elaborar la muestra de resina, se colocará una loseta o portaobjetos, sobre esto se colocará el molde y se llenará con la resina a probar teniendo cuidado de excluir las burbujas de aire. Para colocar la resina se utilizará una espátula de titanio (American Eagle Instruments, Inc). (Boza, 2015)

Una vez concluida la colocación de resina, se presionará un portaobjetos en la parte superior del molde con la finalidad de estandarizar en 1 mm la distancia de fotopolimerización. (Boza, 2015)

Siguiendo el protocolo de fotocurado se utilizará la lámpara GNATUS Optilight, con una potencia de 1200mW/Cm^2, a una distancia de 1 mm, en un ángulo de 90° durante 10 segundos en la probeta o molde de resina. Para estandarizar la distancia de fotocurado en cada bloque, se colocará entre la resina y la lámpara un portaobjetos de 1mm de espesor. (Carranza, 2015)

La preparación de las muestras de resina de todos los grupos se realizará en horario diurno (9:00am – 2:00pm), con iluminación artificial (Boza, 2015).

Se elaborarán 60 muestras distribuidas de la siguiente manera:

- **Grupo A:** 20 probetas (3M^{TM} Filtek ^{TM} A2 Bulk Fill),

- **Grupo B:** 20 probetas (Tetric N-Ceram Bulk Fill A2 – Ivoclar Vivadent).
- **Grupo C:** 20 probetas (Opus Bulk Fill APS - FGM).

13.6.1 Medición de la profundidad de polimerización

Después finalizar con la fotoactivación, se extraerá la muestra del molde con una espátula de plástico y se retirará el material no polimerizado. Se medirá la altura del cilindro de resina polimerizada (altura absoluta) usando el micrómetro de 0,01mm de precisión, se dividirá entre 2 y se registrará como la profundidad de polimerización de la resina. (Boza, 2015)

13.7 Procesamiento de datos

Los valores serán sometidos en primer lugar, al test de Shapiro-Wilk para poder verificar la normalidad de los datos en análisis estadístico descriptivo, con un nivel de significancia de α=0,5. Luego de dicho análisis se realizará el análisis inferencial de los datos, con el Test ANOVA. Finalmente se realizará el test HSD de Tukey el cual mostrará si se presentan valores estadísticamente diferentes entre los grupos a estudiar.

9 Presupuesto

Detalle	Cantidad	Descripción	Costo	Total	Financiamiento
Guantes	**1**	**Caja**	**$8**	**$8**	**Tesista**
Mascarillas	**1**	**Caja**	**$4**	**$4**	**Tesista**
Banda celuloide	**1**	**Unidad**	**$4**	**$4**	**Tesista**
Espátulas de titanio	**4**	**Unidad**	**$15**	**$60**	**Tesista**
Lámpara de luz halógena	**1**	**Unidad**	**$220**	**$220**	**Tesista**
Resinas nano-híbridas Bulk Fill	**3**	**Tubos**	**$40**	**$120**	**Tesista**
Cámara Fotográfica	**1**	**Unidad**	**$350**	**$350**	**Tesista**
Micrómetro Digital	**1**	**Unidad**	**$70**	**$70**	**Tesista**
Computadora	**1**	**Unidad**	**$500**	**$500**	**Tesista**
Movilización	**1**	**Unidad**	**$50**	**$50**	**Tesista**
Impresiones	**1**	**Unidad**	**$20**	**$20**	**Tesista**
			Total	**$ 1.406**	

10 Cronograma

ACTIVIDAD	Abril					Mayo					Junio					Julio					Agosto				Septiembre			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4
ORGANIZACÓN LOGÍSTICA DE LA INVESTIGACIÓN	X																											
RECONOCIMIENTO DE CAMPO		X	X																									
TRABAJO DE CAMPO				X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X													
SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN/ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS																X	X	X										
ELABORACIÓN DE CONCLUSIONES																			X	X	X							
LEVANTAMIENTO DE TEXTO DE INFORME FINAL																						X	X					
PRIMER BORRADOR																								X	X	X	X	X

Formar
CENTRO DE CAPACITACIÓN PROFESIONAL

wei - LOJA Nº 001176

Yo, Manuel de Jesus Gallo Espinoza., profesor de wei ENGLISH INSTITUTE;

Certifico:

Que tengo el conocimiento y dominio de los idiomas español e inglés y que las traducciones de los siguientes:

RESUMEN DE TESIS DEL TEMA:

"Profundidad de Fotopolimerizacion de Diferentes Resinas Nano-Hibridas Bulk Fill"

para: **ERAZO ESPINOSA PABLO ANDRES**

es verdadero y correcto a mi mejor saber y entender.

Firmado en Loja a los trece dias del mes de noviembre de 2019

Manuel de Jesus Gallo Espinoza

C.I. 1102095351

Formar
CENTRO DE CAPACITACIÓN PROFESIONAL