



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

**DUREZA SUPERFICIAL Y PROFUNDA DE SISTEMAS DE RESINAS BULKFILL**

**Marina Sherezade Figueredo Flórez**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Odontología

Bogotá, Colombia

2017



# **DUREZA SUPERFICIAL Y PROFUNDA DE SISTEMAS DE RESINAS BULKFILL**

**Marina Sherezade Figueredo Flórez**

Trabajo de investigación presentado como requisito para optar al título de:  
**Especialista en Operatoria Dental Estética**

**Director:**

Dr. Ricardo Enciso Martínez

**Línea de Investigación:**

Línea de Adhesivos

**Grupo de Investigación:**

GRIMAD

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Odontología  
Especialización en Operatoria Dental Estética  
Bogotá, Colombia  
2017



## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios, a mis padres, a mi hermano Christian Figueredo, familia y amigos que han sido mi apoyo incondicional, mi sueño se hizo realidad por ustedes.

A Iván Sheligo por brindarme su apoyo a lo largo de este proceso porque sin su ayuda no hubiese sido posible, por alentarme a ser mejor y a superarme cada día.

A mis compañeros por haberme acompañado en esta etapa crucial de mi vida, en especial a Gabriela palacios quien se ha convertido en una hermana para mí.

Al Dr. Ricardo Enciso un agradecimiento especial por compartirme sus conocimientos y su ayuda en la elaboración de mi investigación.

A mí querida Facultad por la formación que me brindo en este año.

Al laboratorio de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia.



## Resumen

Los sistemas de resina condensable surgen en los años 90 como alternativa estética al uso de la amalgama y en un esfuerzo por producir materiales que brindaran una solución a los retos relacionados con la aplicación de la resina con técnica incremental.

Estas resinas tenían una alta viscosidad a las macropartículas que contenían en su composición. Los fabricantes aseguraban que la manipulación era similar a la de la amalgama y que la dureza del material ayudaba en la formación de contactos.

Adicionalmente, se reportó que muchas de las resinas condensables tenían la capacidad de ser aplicadas en bloque, es decir, ser aplicadas y curadas en incrementos de 4-5 mm. Sin embargo, aún existen no existe suficiente evidencia o estudios que revelen la profundidad real del curado y aun cuando este fuera aceptable, las consecuencias clínicas en cuanto a las propiedades mecánicas de estos sistemas requieren ser esclarecidas es por esto que se decidió en el presente trabajo establecer una comparación entre de dos de estos sistemas frente a una resina convencional y se manejaron dos variables definidas como son: espesor de capa, y unidad de fotocurado para de esta manera determinar cuál presentaba los mejores valores de dureza a nivel superficial y profundo.

**Palabras clave: BULK-FILL, HARDNESS, MICROHARDNESS, VICKERS**

## **Abstract**

The systems of condensable resin arise in the 90s as an aesthetic alternative to the use of amalgam and in an effort to produce materials that provide a solution to the challenges related to the application of resin with incremental technique.

These resins had a high viscosity to the particulates they contained in their composition. The manufacturers claimed that the handling was similar to that of the amalgam and that the hardness of the material helped in the formation of contacts.

Additionally, it was reported that many of the condensable resins had the ability to be applied in blocks, that is, applied and cured in increments of 4-5 mm. However, there is still not enough evidence or studies that reveal the actual depth of the curing and even when this was acceptable, the clinical consequences in terms of the mechanical properties of these systems require clarification, this is why it was decided in the present work establish a comparison between two of these systems compared to a conventional resin and two defined variables were handled, such as layer thickness and light curing unit, in order to determine which had the best hardness values at the surface and deep level

**Keywords: BULK-FILL, HARDNESS, MICROHARDNESS, VICKERS**

# Contenido

|   | <u>Pág.</u>                          |
|---|--------------------------------------|
| <b>Resumen</b> .....  | <b>5</b>                             |
| <b>Lista de figuras</b> .....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| <b>Lista de tablas</b> .....  | ¡Error! Marcador no definido.        |
| <b>Lista de Símbolos y abreviaturas</b> .....                           | ¡Error! Marcador no definido.        |
| <b>1. Marco teorico</b> .....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| <b>2. objetivos</b> .....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| <b>3. justificacion</b> .....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| <b>4. Metodologia</b> .....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| <b>5. discusión</b> .....   |                                      |
| <b>5. Conclusiones y recomendaciones</b> .....                          | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 5.1 Conclusiones .....  | 29                                   |
| 5.2 Recomendaciones .....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>A. Anexo: Nombrar el anexo A de acuerdo con su contenido</b> ¡Error! | ¡Error! Marcador no definido.        |
| <b>B. Anexo: Nombrar el anexo B de acuerdo con su contenido</b> ¡Error! | ¡Error! Marcador no definido.        |
| <b>Bibliografía</b> .....   | ¡Error! Marcador no definido.        |



## Introducción

La historia asociada al desarrollo de las resinas compuestas tuvo sus inicios durante la primera mitad del siglo XX; En ese entonces, los únicos materiales que tenían color similar al diente y que podían ser empleados como material de restauración estética eran los silicatos. Estos materiales tenían grandes desventajas siendo la principal, el desgaste que sufrían al poco tiempo de ser colocados. A finales de los años 40, las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) reemplazaron a los silicatos. Estas resinas a pesar de presentar una mejora de sus propiedades estéticas su insolubilidad en los fluidos orales, su fácil manejo y bajo costo seguían presentando deficiencias en cuanto a su baja resistencia al desgaste y alta contracción por polimerización. La era de las resinas modernas empieza en 1962 cuando el Dr. Ray. L. Bowen desarrolló un nuevo tipo de resina compuesta. La principal innovación fue la matriz de resina de Bisfenol-A- Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno. <sup>1</sup>

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  $\mu\text{m}$ . la clasificación de las resinas está basada en el tamaño y distribución de las partículas de relleno en: convencionales o macrorelleno, microrelleno resinas a su vez estas resinas híbridas se clasifican en Híbridos Modernos, Resinas de Nanorelleno y resinas nanohíbridas <sup>1</sup>

Los fabricantes con el fin de brindar materiales que ayudaran a hacer frente a los retos de la técnica incremental, y también para ofrecer un material alternativo a la amalgama, a finales de la década de los 90 lanzaron al mercado las resinas condensables de aplicación en bloque las cuales son alta densidad. <sup>1</sup>

Estas resinas tenían la capacidad de colocarse en bloque es decir en incrementos de 4 a 5 mm. Sin embargo, la viscosidad de estos materiales dificultó su adaptación a los bordes. Se determinó que la profundidad real de polimerización de estos materiales era menor de lo que se aseguraba. <sup>1</sup>

Sin embargo, de acuerdo a estudios previos el modo de aplicación monoincremental podría

Comprometer la profundidad del curado y por ende el grado de conversión, lo que afectaría

Directamente la propiedad de mecánicas de la restauración como la dureza que es definida como la resistencia de un material a la deformación plástica localizada.

## ***¿CUÁL ES LA DUREZA SUPERFICIAL Y PROFUNDA DE DOS SISTEMAS DE RESINAS BULKFILL?***

### **Objetivos**

#### **Objetivo General:**

EVALUAR LA DUREZA SUPERFICIAL Y PROFUNDA DE RESINAS BULK-FILL CON LAS UNIDADES DE CURADO RECOMENDADAS POR EL FABRICANTE.

#### **Objetivos Específicos:**

- Medir la dureza superficial y profunda inmediata y posterior a 24 horas de la resina bulk-fill Tetric N-Ceram Ivoclar Vivadent de en espesores de 2mm, 4mm y 6mm con lámpara BLUEPHASE IVOCLAR
- Medir la dureza superficial y profunda inmediata y posterior a 24 horas de resinas bulk-fill Filtek Bulkfill 3M de en espesores de 2mm, 4mm y 6mm con lámpara ELIPAR 3M.
- Medir la dureza superficial y profunda inmediata y posterior a 24 horas de la resina bulk-fill Tetric N-Ceram Ivoclar Vivadent Filtek Bulkfill 3M espesores de 2mm y establecer una comparación entre estos sistemas y una resina nanohibrida Filtek z350 3M.

### **Justificación**

Actualmente los fabricantes de materiales dentales se encuentran desarrollando productos que permitan la restauración de cavidades de manera más fácil y rápida por esta razón reaparecen con características mejoradas en cuanto tamaño de partícula las resinas empacables "bulkfill", pero aún no se cuenta con estudios suficientes que revelen el comportamiento de las mismas en lo que se refiere a las propiedades mecánicas por su aplicación monoincremental de espesores de hasta 4mm lo que contradice la norma gold estándar de aplicación la técnica incremental tradicional y ampliamente reconocida

la cual se caracteriza por la construcción progresiva de la restauración, agregando pequeños incrementos menores a 2mm de grosor de material, los cuales se van fotoactivando de manera consecutiva. a pesar que los fabricantes de estos productos aseguran tener modificadores que mejoran su fotopolimerización y grado de conversión por esto surge la necesidad de dilucidar si se encuentra afectada de alguna manera la propiedad mecánica de dureza a nivel superficial o profundo y si los valores de la misma son clínicamente aceptables.

## **Marco Teórico**

La historia asociada al desarrollo de las resinas compuestas tuvo sus inicios durante la primera mitad del siglo XX, en ese entonces se empleaban los silicatos como material de restauración para estética. Estos materiales tenían grandes desventajas siendo la principal, el desgaste que sufrían al poco tiempo de ser colocados. A finales de los años 40, las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) reemplazaron a los silicatos principalmente por sus cualidades de insolubilidad a los fluidos orales, fáciles de manipular y bajo costo, pero estas aun presentaban baja resistencia al desgaste y contracción de polimerización muy elevada y en consecuencia mucha filtración marginal.<sup>1</sup> Es en 1962 cuando el Dr. Ray. L. Bowen desarrolla un nuevo tipo de resina compuesta, su principal innovación fue la matriz de resina de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno. Desde ese entonces, las resinas compuestas han sido testigo de numerosos avances sobre todo en sus principales desventajas como la contracción de polimerización y el estrés asociado a esta.<sup>1</sup>

Cronología del desarrollo de las resinas compuestas de acuerdo a las partículas, sistemas de polimerización y tecnología adhesiva disponible. (Adaptado de Bayne S. 2005)

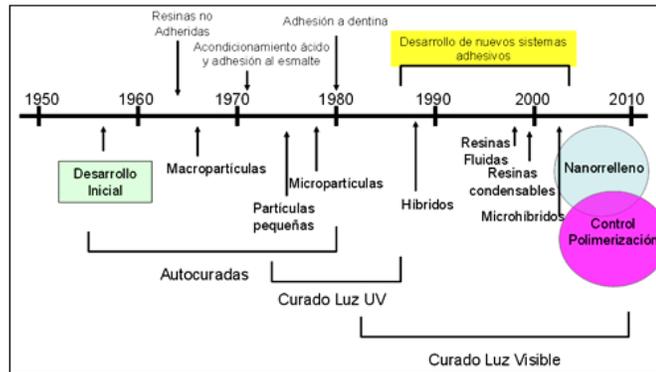


Fig1. Tomada de 1. RODRIGUEZ G. Douglas R. PEREIRA S. Natalie A. EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS ACTUALES EN RESINAS COMPUESTAS VOLUMEN 46 N° 3 / 2008 > disponible en: [https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion\\_tendencias\\_resinas\\_compuestas.asp](https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compuestas.asp)

Pese a los avances logrados las resinas compuestas presentan aún deficiencias que limitan sus aplicaciones clínicas como es su respuesta frente al fenómeno de desgaste lo que conlleva a fracasos clínicos durante su uso.

Las investigaciones en la actualidad se encuentran actualmente orientadas a mejorar la resistencia al desgaste por lo que se han centrado principalmente en variaciones del tamaño, composición y distribución del relleno dentro de la matriz de resina, ya que se evidencio que con un menor tamaño de partícula existen mejores propiedades mecánicas de dureza lo que tiene gran importancia en el éxito clínico de la restauración, ya que mientras mayor sea la dureza el material será más resistente al desgaste y al rayado.

La Dureza:

Es definida como la resistencia que ofrece el material a que se le haga una “indentación” (depresión o marca) mediante una deformación plástica localizada. Los diferentes métodos desarrollados para medir la dureza en general consisten en producir una deformación local, en el material que se ensaya, a través de un indentador definido y una carga establecida.<sup>2</sup>

De esta manera a relacionar la carga aplicada con la magnitud de la penetración se puede establecer el valor de dureza<sup>2</sup>.

Método de dureza Vickers o de la pirámide de Diamante emplea un diamante que deja, al aplicarle una carga variable una huella en forma cuadrangular muy pequeña que permite realizar mediciones en áreas muy reducidas.<sup>2</sup>

La dureza Vickers (HV) se calcula midiendo las longitudes diagonales de una penetración realizada al introducir un indentador piramidal de diamante con una carga dada en el material de muestra. Las cargas utilizadas varían desde 10 gf (1 gf) hasta 100 kgf. El ensayo Vickers permite evaluar todo tipo de materiales sólidos, y es adecuado para un amplio rango de aplicaciones <sup>3</sup>. Durante el ensayo de dureza Vickers, la penetración deformará el material circundante y alterará sus propiedades<sup>3</sup>.

Otros aspectos a tomar en cuenta en el ensayo de microdureza son<sup>3</sup>:

- Preparación de la superficie mediante un pulido mecánico o electropulido
- Tiempo de la penetración 10-15 segundos.
- Grosor de la muestra según norma ISO: Longitud diagonal de la penetración x 1,5. Tiempo de la penetración 10-15 segundos.
- Grosor de muestra según norma ASTM: Como mínimo 10 veces la profundidad de la penetración
- la longitud de la diagonal del rombo se mide a través de un microscopio que contiene el microdurómetro para convertir el valor de la diagonal al número de dureza Vickers se utiliza la siguiente formula.<sup>4</sup>

$$HV = \frac{L}{D^2}$$

carga aplicada (kg)

longitud de la diagonal del cuadrado de la impresión (mm).

Las resinas compuestas dentales, son una mezcla compleja de resinas polimerizables mezcladas con partículas de rellenos inorgánicos. Para unir las partículas de relleno a la matriz plástica de resina, el relleno es recubierto con silano, un agente de conexión o acoplamiento. Otros aditivos se incluyen en la formulación para facilitar la polimerización, ajustar la viscosidad y mejorar la opacidad radiográfica.<sup>1</sup>

## COMPOSICIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS<sup>1</sup>

Los componentes estructurales básicos de las resinas compuestas son<sup>1, 5, 6</sup>:

Composición de las resinas

|   |   |
|---|---|
| Matriz  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• monómeros de dimetacrilato alifáticos u aromáticos. Bis-GMA (Bisfenol-A- Glicidil Metacrilato)</li> <li>• monómeros de baja viscosidad tales como el TEGDMA (triethylenglicol dimetacrilato)</li> <li>• Bis-GMA/TEGDMA</li> <li>• UDMA (dimetacrilato de uretano)</li> </ul> |
| Partículas de Relleno                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• cuarzo o vidrio de bario</li> <li>• sílice</li> </ul>  |
| Agente de conexión o de acoplamiento          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• grupos silanos (Si-OH) <math>\gamma</math>- metacril-oxipropil trimetoxi-silano (MPS)</li> <li>• grupos metacrilatos (C=C)</li> </ul>  |
| Sistema Iniciador-Activador de Polimerización | <p><b>Resinas autocuradas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• amina terciaria aromática como dihidroxietil-p-toluidina</li> <li>• peróxido de benzoílo</li> </ul> <p><b>Resinas fotocuradas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• canforoquinonas, lucerinas u otras diquetonas</li> </ul>  |

Tabla. 1 composición de las resinas<sup>1, 7, 8, 9, 10, 11,12</sup>.

### CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS

| Clasificación de las Resinas             |   |
|--|---|
| Resinas de macrorelleno o convencionales | Tamaño de partícula promedio entre 10 y 50 $\mu\text{m}$ cuarzo y el vidrio de estroncio o bario.   |
| Resinas de microrelleno                  | sílice coloidal con un tamaño de partícula entre 0.01 y 0.05 $\mu\text{m}$ . Sílice pirogénico  |
| Resinas Híbridas                         | Refuerzo de fase inorgánica de vidrio con un % en peso de 60% o mas tamaños de partículas que oscilan entre 0,6 y 1 mm, incorporando sílice coloidal con tamaño de 0,04 mm vidrio |
| Microhíbridas                            | partículas sub-micrométricas (más del 60% en volumen) Su tamaño de partícula reducida (desde 0.4 $\mu\text{m}$ a 1.0 $\mu\text{m}$ ) vidrio                                       |
| Nanorelleno                              | tamaños de partículas menores a 10 nm (0.01 $\mu\text{m}$ ) en forma individual o nanocluster de 75nm   |
| Nanohíbridas                             | sílice pirogénico de 0.04 $\mu\text{m}$ = 40 nanómetro microrelleno promedio de 0.7 micrones  |

Tabla 2. Clasificación de las Resinas de acuerdo al tamaño de partículas y tipo de relleno<sup>1</sup>

### Resinas Compuestas De Alta Viscosidad, Condensables, De Cuerpo Pesado, Compactables O Empacables.<sup>1</sup>

Son resinas compuestas por macropartículas a las cuales para las cuales se desarrolló un compuesto denominado PRIMM (Polimeric Rigid Inorganic Matrix Material) el cual permitía que presentaran una alta viscosidad, formado por una resina Bis-GMA ó UDMA y un alto porcentaje de relleno de partículas irregulares (superior a un 80% en peso) de

cerámica (Alúmina y Bióxido de Silicio). Su comportamiento físico-mecánico supera a las resinas híbridas, sin embargo, su comportamiento clínico es similar al de las resinas híbridas.

Un aspecto que se debe tomar en cuenta es la forma de polimerización, ya que se han obtenido mejores resultados con la técnica de polimerización retardada.<sup>1</sup>

La técnica de curado de resinas de polimerización retardada, se obtiene a través de una pulsación inicial de baja energía (Ej. 200 mW/cm<sup>2</sup> por 3 seg.), seguida de un periodo de espera de 3 a 5 minutos para liberar la fuerza inducida de contracción, durante la cual la resina compuesta puede ser finalizada y pulida. La polimerización final es obtenida con la exposición de la resina a una luz de fuente de alta intensidad de 500 mW/cm<sup>2</sup> por el tiempo recomendado por el fabricante.<sup>13</sup>

Otro aspecto esencial para obtener mejores resultados es la utilización de una resina fluida como liner ya que poseen un bajo módulo de elasticidad, escurre mejor y por eso posibilita una mayor humectación, adaptación y funciona como un aliviador de tensión, compensando el estrés de contracción de polimerización de la resina "empacable" al ser colocadas sobre la resina fluida.<sup>1</sup>

#### PROPIEDADES DE LAS RESINAS COMPUESTAS<sup>1</sup>

- **Resistencia al Desgaste**
- Textura Superficial
- Coeficiente de Expansión Térmica
- Sorción Acuosa (adsorción y absorción) y Expansión Higroscópica.
- Resistencia a la Fractura
- Resistencia a la Compresión y a la Tracción
- Módulo de elasticidad
- Estabilidad del color
- Radiopacidad

Las resinas compuestas son uno de los materiales dentales restaurativos de mayor uso en la actualidad, tienen buenas propiedades físicas y pueden ser utilizadas en preparaciones de cavidades conservadoras.<sup>14, 15,16</sup> Estos materiales son aplicados con la técnica incremental la cual se caracteriza por la construcción progresiva de la

restauración, agregando pequeños incrementos menores a 2mm de grosor de material, los cuales se van fotoactivando de manera consecutiva, con el fin de disminuir la magnitud del efecto de la contracción de polimerización y con ello atenuar la tensión residual entre diente y restauración, reduciendo así la posibilidad de microfiltración marginal.<sup>14, 17</sup>

Sin embargo 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, así como también la falta de unión o posibilidad de contaminación entre los incrementos, y la dificultad de acceso tanto en preparaciones muy conservadoras como en sectores posteriores de la cavidad bucal.<sup>18, 19</sup>

Es por esto que la evolución de los materiales dentales, ha conllevado a la creación de diversos tipos de resinas con diferentes características, y es así como aparecen los sistemas de bulkfill, que rompe con los métodos tradicionales de aplicación de este material, ya que su aplicación no es en capas delgadas, sino en bloques de hasta 4 milímetros provocando con esto una mayor rapidez de aplicación, acortando el tiempo de trabajo clínico.<sup>20</sup>

#### Clasificación de las Resinas BulkFill<sup>21, 22</sup>

- RBF de viscosidad fluida para ser usada como base cavitaria.
- RBF de viscosidad fluida activada sónicamente para ser usada como material de restauración directa.
- RBF 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.

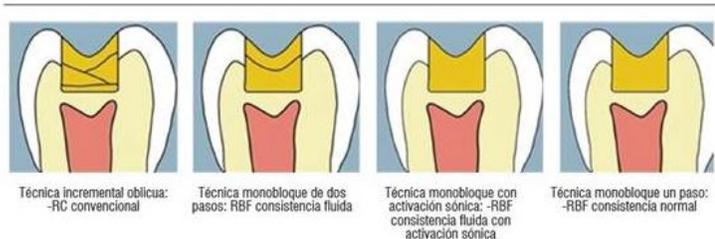


Fig.2 Ilustración de la técnica incremental oblicua de aplicación de RCs convencionales y de los tres tipos de técnicas de aplicación de RBFs tomada de (22) REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE RESINAS COMPUESTAS BULK-FILL2Camila Corral-Núñez1 \*\*, Patricio Vildósola-Grez2 , Cristian Bersezio-Miranda3 , Edson Alves-Dos Campos4 , Eduardo Fernández Godoy5

### Composición de Resinas Bulkfill

En términos generales, no difiere mucho de las resinas compuestas convencionales. La matriz de estas resinas se basa principalmente en monómeros de Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPDMA.<sup>23</sup>

|                 | Fabricante       | Espesor recomendado (según el fabricante en mm) | Matriz                                   | Relleno   | % de relleno inorgánico (por volumen/por peso) |
|-----------------|------------------|---|--|---|--|
| Filtek bulkfill | 3M               | 4mm   | AUDMA, UDMA, y 1, 12-dodecanediol-DMA. A | trifluoruro de iterbio sílice no aglomerada zirconia aglomerada relleno en cluster de zirconia/silica | 76.5 por peso (58.4% por volumen).             |
| Tetric N Ceram  | Ivoclar Vivadent | 4mm   | BisGMA, UDMA, Dimetacrilatos             | Vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, prepolimero y oxidos   | 80% (incluyendo prepolimero) /60%              |

Tabla 3 composición de las resinas Bulkfill evaluadas en el estudio.<sup>24, 25</sup>

### Composicion de la resina nanohibrida control Filtek Z350 de 3M ESPE:

| Fabricante | Espesor recomendado (según el fabricante en mm) | Matriz                                    | Relleno  | % de relleno inorgánico (por volumen/por peso)  |
|------------|---|---|--|---|
| 3M         | 2mm   | bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA<br>PEGDMA | sílice.no aglomerado/no agregado de 20 nm<br>zirconio no aglomerado/no agregado de 4 a 11 nm<br>de Zirconio/sílice | 72.5% por peso (55.6% por volumen) para los tonos translúcidos y 78.5% por peso (63.3% por volumen) para el resto de tonos. |

Tabla 4. Composición de la resina Filtek z350. Resina control del presente estudio.<sup>26</sup>

### Prueba ISO 4049:2009

La norma ISO 4049:2009 ha identificado un método para medir la profundidad del fotocurado de los materiales de restauración basados en polímeros. Se utiliza un molde metálico para preparar una muestra cilíndrica de 4 mm de diámetro y de por lo menos el doble de largo que la supuesta profundidad de fotocurado. El molde se llena con la resina. La muestra de resina se fotocura desde un extremo del molde por el tiempo de fotocurado recomendado. Se utiliza una lámpara de luz halógena con intensidad de 550mw/cm<sup>2</sup> o una lámpara LED con intensidad de 1000 mw/cm<sup>2</sup> para fotocurar la resina. Inmediatamente después de la exposición, se remueve el cilindro de resina del molde y se usa una espátula plástica para remover el material que no ha sido curado. La longitud del cilindro remanente se mide con un micrómetro. Los fabricantes pueden reportar una profundidad de fotocurado de hasta 0.5 mm más que la mitad de la longitud del cilindro medido.<sup>27</sup>

### Características ideales de la unidad de fotocurado<sup>28</sup>:

- Salida adecuada de luz
- Rango de longitud de onda (su variación genera modificaciones de la longitud de onda)
- Tiempo de exposición

De acuerdo a la norma ISO 4049, se establece que un material queda eficientemente polimerizado cuando el nivel de dureza superficial en la base del cuerpo de prueba a

evaluar es al menos un 80% de la dureza que se obtiene en la superficie externa de éste.<sup>29,30</sup>

### **Las lámparas que serán utilizadas en el proyecto son:**

#### **Bluephase® - LED**

Es una lámpara LED de alto rendimiento se utiliza para la rápida polimerización de materiales dentales fotopolimerizables en la franja de longitud de onda de 380 – 515 nm.<sup>31</sup>

#### **Elipar™ 2500 de 3M™ ESPE**

La lámpara de curado halógena produce luz azul visible de alta intensidad en la banda de onda de 400 a 500 nm; La radiación de la bombilla halógena de tungsteno (75 vatios) se refleja y filtra selectivamente dentro de la luz para reducir la radiación ultravioleta, infrarroja y la luz visible innecesaria. Por lo tanto, sólo la banda de luz azul está disponible para ser absorbida.<sup>32</sup>

## **Hipótesis:**

1. No existen diferencias significativas entre los materiales Bulkfill a evaluar.
2. disminución de la dureza a medida que se aumenta el espesor del incremento.

## **Metodología**

Este estudio cuantitativo, experimental comparativo in vitro, se realizó en los Laboratorios del área de Biomateriales Dentales de la Facultad de Odontología de la Universidad de Nacional de Colombia.

## 1. Materiales:

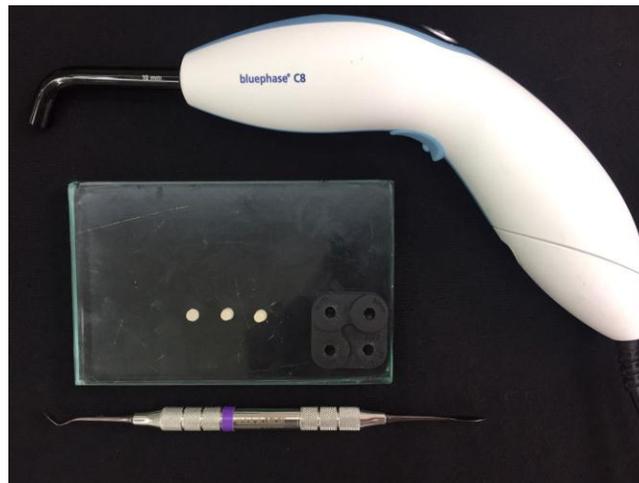
- filtek bulk-fill, 3m espe, minnesota estados unidos de Norteamérica
- tetric n-ceram bulk-fill, ivoclar vivadent
- resina filtek z350 a2 body
- durómetro de vickers (medición de dureza superficial) BUEHLER
- lámpara de fotocurado led polywave bluephase g2 ivoclar
- lámpara de fotocurado led elipar 3m.

| Casa comercial                  | Color   | Lote    | Fecha expiración |
|---------------------------------|---------|---------|------------------|
| Filtek Bulkfill 3M              | A2      | N717884 | 07-2018          |
| Tetric N-ceram Ivoclar Vivadent | IVA     | T28057  | 06-2018          |
| Filtek z350 3M                  | A2 Body | N459299 | 07/2018          |

Tabla 5. Color lote y fecha de expiración de los materiales usados en el experimento

| Casa comercial             | Potencia      | Radiómetro                           |
|----------------------------|---------------|--------------------------------------|
| Bluephase Ivoclar Vivadent | 800 mw X cm 2 | bluephase                            |
| Elipar 3M                  | 920 mw X cm 2 | Demetron Model 100 Curing Radiometer |

Tabla 6.lamparas usadas en el estudio potencia y radiómetros según cada casa comercial



**Fig3.** Se observa en la foto parte los materiales utilizados en la investigación. a) Lámpara de fotocurado blue phase IVOCLAR, b) conformador plástico de discos, c) espátula para resina, d) discos de resina.

## 2. Método:

De acuerdo a la norma ISO 4049 se realizaron discos con un conformador plástico cilíndrico, se colocó un porta objetos en la base del mismo luego fue dispensada la resina se colocó un portaobjetos a nivel de la superficie para evitar deformaciones del material con la fibra de lámpara y que este quedara lo más liso posible y se procedió a realizar la polimerización por 20 segundos.

La confección de los discos de resinas se realizó con diferentes espesores 2, 4, 6 mm por 5mm de diámetro de dos sistemas de resina bulk-fill y un sistema resina nano híbrida de control.



**Fig.4** se observa la realización de los discos de resina con el conformador a plástico a diferentes espesores a) 2mm b) 4mm y c) 6mm



**Fig 5.** Fotopolimerización de los discos de resinas dentro del conformador.

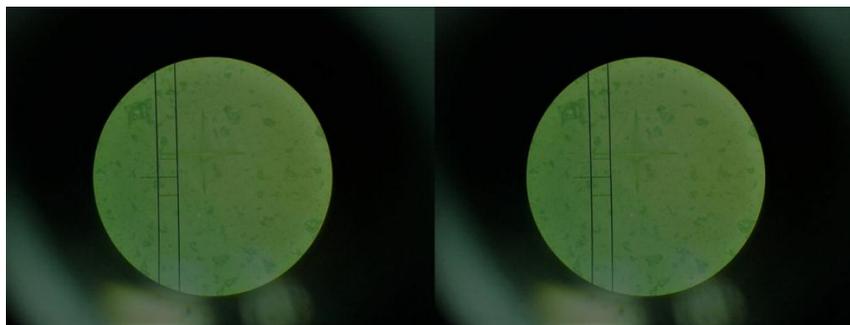


**Fig 6** a) Discos de resina de diferentes espesores dentro del conformador. b) discos de resina de diferentes espesores 2mm, 4mm, 6mm.

Se elaboraron 54 discos a los cuales se les realizo 3 indentaciones tanto por el lado superficial como a las diferentes profundidades 2,4,6mm con el durómetro de vickers aplicando 500gr de fuerza por 10 seg.para poder determinar la dureza superficial y profunda. La mitad de la muestras (27 discos) se examino de manera inmediata a la confección del disco y los otros (27 discos) se almacenaron por 24 horas en un ambiente oscuro, a temperatura 37°C, en agua destilada para simular la cavidad oral y posterior a esto también fue medida la dureza vickers tanto a nivel superficial como profundo.



**Fig. 7.** Durómetro de Vickers BUEHLER



**Fig. 8** indentaciones hexagonales realizadas por el durómetro de vickers en los discos de resina

Los valores obtenidos de la superficie externa superior fueron contrastados con los valores obtenidos en la base de cada disco para determinar si existían diferencias en el grado de dureza entre ambas superficies.

Se realizan pruebas de Tukey comparativas condicionales que permitan un análisis comparativo entre los distintos grupos a un nivel de confiabilidad del 95%.

## Resultados

Al realizar la medición con el durómetro de vickers se pudo observar:

- La dureza superficial de los discos de resina medidos de manera inmediata fue prácticamente igual para la resina filtek 3M bulk fill que para el control resina bulkfill z350.
- En profundidad de 2mm los mejores resultados los presentó la resina control Filtek 3M z350.
- La dureza promedio aumenta del tiempo inmediato a las 24 horas siguientes, para todas las profundidades y en todos los materiales.
- El grado de dureza disminuye a medida que se aumenta el grado de profundidad.
- En profundidades de 4mm y 6mm entre los sistemas bulk fill se observa mejores índices de dureza en la resina 3M Filtek bulkfill que en Tetric® N-Ceram Bulk Fill.
- De acuerdo a la norma ISO 4049, se establece que los materiales evaluados se encuentran eficientemente polimerizado a nivel superficial y de 2mm.
- Al evaluar los promedios se observan diferencias significativas entre los sistemas bulkfill evaluados.

| Grado de profundidad | fabricante       | Tiempo         | Promedio | SD    | Grado de profundidad | fabricante       | Tiempo         | Promedio | SD    |
|----------------------|------------------|----------------|----------|-------|----------------------|------------------|----------------|----------|-------|
| Superficial          | 3M z350          | inmediatamente | 72,196   | 2,770 | 2mm                  | 3M z350          | inmediatamente | 63,733   | 9,546 |
| Superficial          | 3M z350          | 24 horas       | 90,974   | 3,755 | 2mm                  | 3M z350          | 24 horas       | 85,088   | 4,101 |
| Superficial          | 3M bulkfill      | Inmediatamente | 67,966   | 4,774 | 2mm                  | 3M bulkfill      | Inmediatamente | 58,388   | 5,870 |
| Superficial          | 3M bulkfill      | 24 horas       | 75,848   | 5,189 | 2mm                  | 3M bulkfill      | 24 horas       | 75,211   | 6,413 |
| Superficial          | Tetric Ivo ceram | Inmediatamente | 53,233   | 3,607 | 2mm                  | Tetric Ivo ceram | Inmediatamente | 43,977   | 3,647 |
| Superficial          | Tetric Ivo ceram | 24 horas       | 62,259   | 5,567 | 2mm                  | Tetric Ivo ceram | 24 horas       | 51,211   | 7,985 |

Tabla 7. Se observa promedio de dureza vickers y desviacion estandar de las resinas evaluadas a nivel superficial y a 2mm de profundidad.

| Grado de profundidad | fabricante       | Tiempo         | Promedio | SD    | Grado de profundidad | fabricante       | Tiempo         | Promedio | SD    |
|----------------------|------------------|----------------|----------|-------|----------------------|------------------|----------------|----------|-------|
| 4mm                  | 3M bulkfill      | Inmediatamente | 36,966   | 1,573 | 6mm                  | 3M bulkfill      | Inmediatamente | 16,655   | 1,725 |
| 4mm                  | 3M bulkfill      | 24 horas       | 60,055   | 5,087 | 6mm                  | 3M bulkfill      | 24 horas       | 39,911   | 3,760 |
| 4mm                  | Tetric Ivo ceram | Inmediatamente | 24,022   | 1,483 | 6mm                  | Tetric Ivo ceram | Inmediatamente | 13,577   | 0,766 |
| 4mm                  | Tetric Ivo ceram | 24 horas       | 43,888   | 2,821 | 6mm                  | Tetric Ivo ceram | 24 horas       | 23,366   | 2,032 |

Tabla 8. Se observa promedio de dureza vickers y desviacion estandar de las resinas evaluadas a 4mm y 6mm de profundidad

Los promedios fueron significativamente diferentes a  $P < 0.05$ .

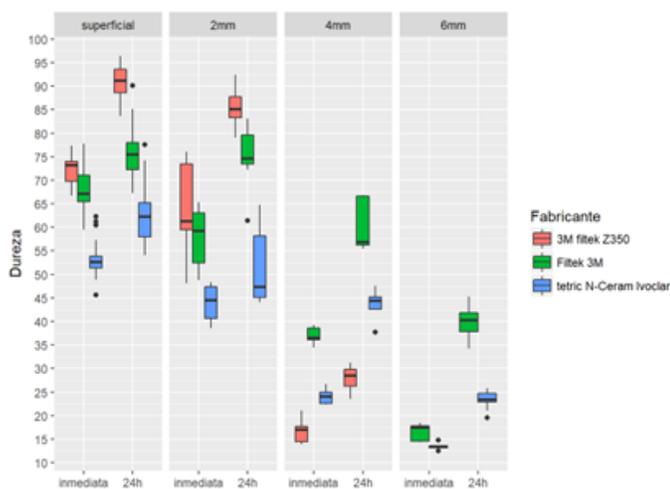


Tabla 9. Diagramas Box-plot

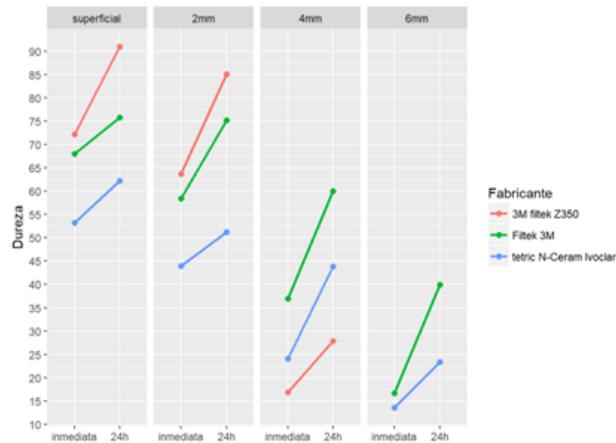


Tabla 10 Diagramas descriptivos

## Discusión

La aparición de RBF ha sido motivo de investigación de una serie de estudios in vitro. Sin embargo, a la fecha no se han publicado estudios in vivo que podrían otorgar información más relevante sobre el desempeño de estos materiales en situaciones clínicas.

Una de las interrogantes que se plantean debido a la falta de información es como son sus propiedades mecánicas.

Dentro de los resultados de este estudio se observó que los materiales de acuerdo a la norma ISO 4049 cumplen con un grado de polimerización adecuado por lo que hay coincidencia con los estudio realizado por Alrahlah y col. (2014) y Xin li y col.(2015) donde de acuerdo a tienen niveles aceptables de postcurado a una profundidad de al menos 4mm de acuerdo a lo anunciado por los fabricantes.<sup>28, 37</sup>

Otras de las observaciones presentes en los resultados es que a mayor espesor de los incrementos se observa un decrecimiento en la microdureza tanto de la resina nanohibrida convencional como de los sistemas bulkfill analizados razón por la que hay concordancia con la conclusión expresada por Simon flury y col. (2014)<sup>39</sup> y con el estudio realizado por Zambrano N. y cols. (2016) donde dicen se confirma que a medida que se

aumenta el espesor del cuerpo o disco de resina a 5mm, menor fue la polimerización debido a que se reduce la absorción y dispersión de luz por lo tanto hay una reducción en la dureza.<sup>41</sup>

Una evaluación realizada por la ADA en cuanto a la dureza superficial de las RBF de viscosidad normal, revelo que cumplen con las especificaciones.<sup>40</sup>

En un estudio realizado por Ilie y colaboradores se evaluaron siete RBFs. Se estableció que los valores de dureza Vickers de las RBF se encontraban entre las RC híbridas y las resinas fluidas.<sup>23</sup>

En cuanto a los valores de módulo de indentación, dureza, estas se encuentran en directa proporción a la cantidad de relleno por volumen de las resinas, el cual está significativamente reducido en algunas resinas bulkfill.<sup>23</sup>

De acuerdo a Julian G. Leprince y col. en el realizado en el 2014 se observó un mejor comportamiento en cuanto a propiedades mecánicas en las resinas compuestas de alto relleno nanohibrido convencionales frente a la resina Bulkfill.<sup>27</sup>

De acuerdo a lo observado en la investigación de Montalvo I. 2017 donde se realizaba la comparación de propiedades entre una resina nanohibrida convencional 3M filtek z350 y la resina Filtek Bulkfill 3M se aprecia que con la combinación de polimerización por luz y calor existe una mejora las propiedades y confiere una mayor resistencia a la compresión a estos materiales, que la polimerización solo por luz. Lo cual nos brinda otra alternativa de uso para estos sistemas convirtiéndolos en uso indirecto.<sup>42</sup>

Dentro de las limitantes observadas esta que no fue posible establecer una comparación de los resultados con los perfiles de las casas comerciales analizadas en el presente estudio ya que las mismas no informan si existe un estándar de dureza preestablecido

## Conclusiones

Con las limitaciones del presente estudio, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

De acuerdo a los resultados de la investigación se observa que a pesar de que el sistema de bulkfill filtek de 3M posee valores similares a la resina control Filtek 3M z350, esta presenta mejores resultados en cuanto de dureza superficial y a profundidad de incrementos de 2mm.

Al realizar la comparación entre los sistemas bulkfill evaluados Filtek bulkfill 3M y tetric N-ceram de ivoclar se observó que el primero ofrecía una ligera ventaja propiedades en las diferentes profundidades estudiadas 2,4,6 mm

Se comprobó que efectivamente la dureza se incrementaba con el paso del tiempo en el que se completaba el grado de conversión; pero que esta disminuía a medida que se aumentaba en el espesor en el incremento.

Debido la inferior dureza demostrada en el presente estudio de los sistemas de RBF frente a resinas de alto relleno de aplicación convencional podemos decir que el comportamiento de las mismas bajo una alta carga oclusal puede ser controvertido.

Por lo que se recomienda emplear los sistemas bulkfill de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

## Bibliografía

1. RODRIGUEZ G. Douglas R. PEREIRA S. Natalie A. **EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS ACTUALES EN RESINAS COMPUESTAS** [VOLUMEN 46 N° 3 / 2008](#) > disponible en: [https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion\\_tendencias\\_resinas\\_compuestas.asp](https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compuestas.asp)
2. Materiales Dentales 4ta edicion Macchi editorial panamericana, propiedades mecanicas dureza superficial y resistencia a la abrasión pag. 34
3. VICKERS - ENSAYO DE DUREZA Struers Ensuring Certainly disponible en: <http://www.struers.com/es-ES/Knowledge/Hardness-testing/Vickers#>
4. Microdurometro Laboratorio virtual de fisica de materiales universidad autonoma de Madrid disponible en: <http://www.uam.es/docencia/labvformat/labvformat/Anexo/microdurometro.htm>

5. Anusavice K. Phillips Ciencia de los Materiales Dentales. Undécima edición. Elsevier, Madrid, (2004).
6. Chain M, Baratieri L. Restauraciones estéticas directas en dientes posteriores. Ed. Artes Médicas. São Paulo. Brasil, (2001).
7. Anseth, K. Goodnerl, M. Reill, M. Kannurpattil, A. Newman S, and Bowmanl, C. The Influence of Comonomer Composition on Dimethacrylate Resin Properties for Dental Composites. J Dent Res August, (1996); 75(8): 1607-1612.
8. Fortin, D. Vargas, M. The spectrum of composites: New techniques and materials. J AM Dent Assoc. (2000); 131(1). 26-37.
9. Combe, E. Burke F. Contemporary Resin-based Composites Materials for Direct Placement Restorations: Packables, Flowables and Others. Dent Update. (2000); 27: 326-33
10. Sarrett, D. Clinical Challenges and the relevance of materials testing for posterior composites restorations. Dental Materials. (2005). 21: 9-20.
11. Chain M. Camargo C. Andriani O. Estética: Dominando os desejos e controlando as expectativas. En: Estética. Capítulo cuatro. Alves, R. Nogueira, E. Volumen tres. Editorial Arte y Ciencia Médica Latinoamericana. São Paulo. Brasil. (2002).
12. Mc Cabe J. Kagi S. Mechanical Properties of a composite inlay material following post-curing. Br. Dent J. (1991); 246-248.
13. FOTOPOLIMERIZACIÓN RETARDADA Rodríguez, Douglas Prof. Agregado; Hoffmann, Otto Prof. Asociado; Rossell Romer Prof. Asociado, Silva, Julio Prof. Asistente. Revista de la Facultad de Odontología Universidad de Carabobo. Disponible en: [http://servicio.bc.uc.edu.ve/odontologia/revista/Vol2\\_n2/2-2-1.pdf](http://servicio.bc.uc.edu.ve/odontologia/revista/Vol2_n2/2-2-1.pdf)
14. Niu Y, Ma X, Fan M, Zhu S. Effects of layerin techniques on the micro-tensile bond strength to dentin in resin composite restorations. Dent. Mater. 2009; 25 129-134

15. Christensen CJ. Acceptability of alternatives for conservative restoration of posterior teeth. *J Esthet Dent*. 1995; 7:228-232.
16. Ferracane JL. Resin composite—State of the art. *Dent Mater* (2010), DOI:10.1016/j.dental.2010.10.020.
17. Deliperi S., Bardwell D. 2002. An alternative method to reduce polymerization shrinkage in direct posterior composite restoration
18. Roopa R., Anupriya B., Usha G., Karthik J., Raghoothama R., Vedhavathi B. Effect of Four Different Placement Techniques on Marginal Microleakage In class II Composite Restorations: An In vitro study. *World Journal of Dentistry*. April 2011; 2(2): 111-116.
19. Abbas G., Fleming GJ. Harrington E., Shortall AC., Burke FJ. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite resin cured in bulk or in increments. 2003. *J Dent*; 31: 437-44
20. Uehara N.1, Ruiz A J.1, Velasco J.2, Ceja I.3, Espinosa R.2. ADAPTACIÓN MARGINAL DE LAS RESINAS BULK FILL. MARGINAL ADAPTATION OF BULK FILL RESIN ROYB Volumen II. Número 3. Septiembre-Diciembre 2013 <http://www.rodyb.com/adaptacion-marginal-de-las-resinas-bulk-fill>
21. Burgess J, Cakir D. Comparative properties of lowshrinkage composite resins. *Compend Contin Educ Dent* 2010; 31(2): 10-15.
22. Corral-Núñez Camila, Vildósola-Grez Patricio, Bersezio-Miranda Cristian, Alves-Dos Campos Edson, Fernández Godoy Eduardo. REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE RESINAS COMPUESTAS BULK-FILL. REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE RESINAS COMPUESTAS BULK-FILL. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* [Internet]. 2015 Dic [citado 2017 Nov 06]; 27( 1 ): 177-196. Disponible en:

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121246X2015000200177&lng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121246X2015000200177&lng=es). <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v27n1a9>.

23. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent* 2013; 38(6): 618-625.
24. Ivoclar Vivadent. Tetric Evoceram Bulkfill, Instructions for use. [Internet]. Disponible en: Disponible en: <http://www.ivoclarvivadent.us/en-us/composites/restorative-materials/tetric-evoceram-bulk-fill>
25. Filtek™ Bulk Fill Resina para Posteriores, 3M, ESPE Company o 3M Deutschland GmbH. © 2014, 3M. Todos los derechos reservados. Disponible en <http://multimedia.3m.com/mws/media/1326404O/fbpr-tpg-global-esp-hr.PDF>
26. 3M TMFiltek Z350 XT Perfil técnico del producto Sistema restaurador universal © 3M 2010. Reservados todos los derechos. Disponible en: <http://multimedia.3m.com/mws/media/725177O/technical-product-profile-filtek-z350-xt.pdf>
27. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites Julian G. Leprince a,b,c,d,\* , William M. Palin e, Julie Vanacker c, Joseph Sabbagh f, Jacques Devaux b,d, Gaetane Leloup a,b,c,d *Journal of dentistry* 42 ( 2014 ) 993 – 1000
28. Post-cure depth of cure of bulk fill dentalresin-compositesA. Alrahlah,a,c,\* , N. Silikasa, D.C. Watts,a,b*Biomaterials dental materials* 30 ( 2014 ) 149–154.
29. Mousavinasab SM, Meyers I. Comparison of depth of cure, hardness and heat generation of LED and high intensity QTH light sources. *European Journal of Dentistry*, July 2011- Vol 5.
30. Heintze SD, Zimmerli B. "Relevance of in vitro tests of adhesive and composite dental materials, a review in 3 parts; part 1: approval requirements and

standardized testing of composite materials according to ISO specifications."SchweizMonatsschrZahnmed. 2011; 121 (9): 804-16.

31. Documentación Científica bluephase® LED - para todos los usos Ivoclar Vivadent AG Investigación y Desarrollo Servicio Científico Bendererstrasse 2 FL - 9494 Schaan Principado de Liechtenstein
32. 3M, ESPE, Adper, Elipar, Visilux, Vitremer and Z100 are trademarks of 3M ESPE or 3M ESPE AG. Printed in U.S.A. © 3M IPC 2003 70-2008-7959
33. Full in-vitro analyses of new-generation bulkfill dental composites cured by halogen light Tuçe Hazal Tekina, Aysel Kantürk Figenb, □, Pınar Yılmaz Atalıc, Bilge Coşkuner Filizb, Mehmet Burçin Pişkin Materials Science and Engineering: C Volume 77, 1 August 2017, Pages 436-445
34. Degree of conversion and surface hardness of bulk-fill composite versus incremental-fill composite Y.A. Abeda,\*, H.A. Sabryb,1, N.A. Alrobeigy Tanta Dental Journal Volume 12, Issue 2, June 2015, Pages 71-80
35. Viscoelastic properties, creep behavior and degree of conversion of bulk fill composites resins D. Papadogiannisa,\*, K. Tolidisb, P. Gerasimoub, R. Lakesc, Y. Papadogiannis dental materials 31(2015)1533–1541
36. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites Julian G. Leprincea, b, c, d, \*, William M. Paline, Julie Vanackerc, Joseph Sa bbaghf, Jacques Devauxb, d, Gaetane Leloup journal of dentistry 42 (2014) 993-1000
37. Curing profile of bulk-fill resin based composites Xin Li, Pong Pongprueksa, Bart Van Meerbeek, Jan De Munck Journal of dentistry 43 (2015) 664-672
38. NORMA ISO 4049. 4049, NORMA ISO.

39. Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulkfill resin composite. Simon Flury Anne Peutzfeldt, Adrian Lussi, Dental Materials 30 (2014) 1104-1112
40. Tiba A, Zeller G, Estrich C, Hong A. A laboratory evaluation of bulk-fill versus traditional multi-incrementfill resin-based-composites. J Am Dent Assoc 2013; 8(3): 13-26.
41. Efectividad del uso de lámparas de altapotencia en la profundidad de fotocurado en resinas compuestas. universidad andrés bello, 2016. Nicole Stefanie Zambrano Negrete. 2016
42. Influencia de los tipos de polimerización ante el efecto de fuerzas compresivas sobre una resina de nano partícula, una resina Bulk Fill y un cerómero. Estudio in vitro Montalvo Bombón Inés Monserrath 2017