



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA**

**MICROFILTRACIÓN EN LAS RESINAS COMPUESTAS  
DE RELLENO MASIVO Y NANOHÍBRIDAS  
UNIVERSALES.  
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**Trabajo Especial de Grado para optar al título de Odontólogo**

**Autores:** Br. Miguel Marval

Br. Manuel Navarro

**Tutor:** Prof. Edgar Guevara

**Cotutor:** Prof. Augusto Molina

Mérida – Venezuela, febrero 2020



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA**

**MICROFILTRACIÓN EN LAS RESINAS COMPUESTAS  
DE RELLENO MASIVO Y NANOHÍBRIDAS  
UNIVERSALES.  
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**Autores:** Br. Miguel Marval

Br. Manuel Navarro

**Tutor:** Prof. Edgar Guevara

**Cotutor:** Prof. Augusto Molina

Mérida – Venezuela, febrero 2020

## **Miguel Marval**

A Dios que en todo momento está conmigo, bendiciéndome y ayudándome a aprender de mis errores.

A mis padres por ser mis pilares, fuerzas y orgullo

A mi pareja por ser mi acompañante y mi apoyo

A mi hija por darme fuerzas para ser mejor cada día

A mis hermanos, que me acompañan y guían en cada paso que doy

A mi tía que con su amor incondicional ha estado en cada momento de mi vida.

## **Manuel Navarro**

El presente trabajo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. En especial a mi madre por haber estado de la mano de principio a fin en todo este proceso.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito; en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTOS**

La finalización de este Trabajo Especial de Grado significa el alcance de una meta académica anhelada que nos permite recibir el título de odontólogo luego de un inmenso aprendizaje en la Universidad de Los Andes. Queremos agradecer a quienes formaron parte, de una u otra manera en el desarrollo de esta investigación.

Al Prof. Edgar Guevara, Odontólogo de la cátedra de Operatoria Dental; gracias por sus aportes académicos, su comprensión, amabilidad y solidaridad quien se convirtió en un apoyo fundamental desde el comienzo de esta investigación.

Al Prof. Augusto Molina, investigador de la Facultad de Odontología de La Universidad de Los Andes, un especial agradecimiento por su entrega, colaboración y solidaridad durante la realización de esta investigación.

Gracias extensas a nuestro jurado la Prof. Yaymar Dávila y a él Prof. Víctor Setián, quienes siempre de una manera cordial nos abrieron las puertas de sus conocimientos, cuyas sugerencias y opiniones fueron siempre muy oportunas.

A pesar, de que todas estas personas contribuyeron enormemente con este Trabajo Especial de Grado, cualquier error u omisión son de nuestra responsabilidad como autores.



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA

**MICROFILTRACIÓN EN LAS RESINAS COMPUESTAS DE RELLENO MASIVO Y  
NANOHÍBRIDAS UNIVERSALES.  
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**Autores:** Br. Miguel Marval

Br. Manuel Navarro

**Tutor:** Prof. Edgar Guevara

**Cotutor:** Prof. Augusto Molina

**RESUMEN**

**Introducción:** las resinas de relleno masivo han desafiado los estándares conocidos hasta ahora, debido a su propiedad de fotocurarse en incrementos de hasta 4 mm, reduciendo de esta manera, los pasos clínicos y asimismo reducir significativamente el grado de microfiltración. Sin embargo, existe en la actualidad gran controversia en relación a si realmente la técnica de relleno masivo reduce la microfiltración con respecto a las resinas universales. Por esta razón, se planteó realizar una revisión sistemática en español actualizada de la evidencia disponible sobre el tema. **Objetivo:** describir el grado de microfiltración en los sistemas de resina compuesta de relleno masivo y nanohíbridas universales. **Metodología:** Investigación descriptiva de diseño documental; realizándose una búsqueda de estudios publicados entre los años 2009 y 2019. Para la búsqueda se recurrió a las principales fuentes de información en línea. Se consideraron varios criterios de inclusión y exclusión. Para realizar el análisis de los datos de esta investigación, se procedió a la revisión de los textos por partes, para categorizar la información y mostrar los resultados claramente. **Resultados:** Se pudo evidenciar que las resinas compuestas de relleno masivo registraron los menores grados de microfiltración en la mayoría de los casos. **Conclusiones:** La microfiltración involucra diferentes factores, no solo el material del que están compuestos las resinas compuestas o el sistema adhesivo. Por ello es importante realizar estudios en los que se involucren todos los factores involucrados.

**DeCs:** resinas compuestas, restauración dental permanente, adaptación marginal dental, microcribado, fracaso de la restauración dental.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	ii
RESUMEN.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	iv
INTRODUCCIÓN.....	6
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>8</b>
1.1. El problema.....	8
1.2. Objetivo general de la investigación.....	11
1.3. Justificación .....	11
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
2.1. Antecedentes.....	13
2.2. Bases Teóricas.....	20
2.2.1. Resina compuesta .....	20
2.2.2. Elementos que constituyen los compuestos de resina .....	21
2.2.3. Clasificación de las resinas compuestas según sus partículas de relleno.....	22
2.2.4. Clasificación según su sistema de activación.....	24
2.2.5. Clasificación según su consistencia.....	25
2.2.6. Propiedades físicas de las resinas compuestas .....	26
2.2.7. Resina compuesta relleno masivo ( <i>Bulk Fill</i> ).....	29
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>32</b>
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	32
3.2. Estrategias de búsqueda .....	32
3.3. Fuentes de información .....	32
3.3.1. Términos de búsqueda.....	32
3.3.2. Operadores lógicos .....	33
3.4. Estrategia de selección.....	34
3.4.1. Criterios de inclusión .....	34
3.4.2 Criterios de exclusión.....	35
3.6. Procedimiento para el análisis de datos.....	35

<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1. Descripción de los estudios .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2. Resinas compuestas de relleno masivo .....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.1. Grado de microfiltración en las resinas compuestas de relleno masivo de baja viscosidad (fluidas) .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.2. Grado de microfiltración en las resinas compuestas de relleno masivo de alta viscosidad (condensables) .....</b>	<b>45</b>
<b>4.3 Resinas compuestas nanohíbridas.....</b>	<b>49</b>
<b>4.3.1 Grado de microfiltración en las resinas compuestas nanohíbridas .</b>	<b>49</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>55</b>
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>58</b>

## INTRODUCCIÓN

Las resinas compuestas son uno de los materiales de mayor uso en la Odontología Restauradora, gracias a sus propiedades físico-químicas, las mismas brindan una serie de ventajas que aseguran al paciente restauraciones funcionales y de estética superior a los materiales utilizados en el pasado. A pesar de todas sus ventajas, las resinas compuestas presentan deficiencias significativas en cuanto a su desempeño, sobre todo en lo relacionado con la contracción por polimerización y al estrés de contracción que estas producen en la interfase diente-restauración <sup>(1)</sup>.

Al producirse contracción por polimerización, se genera estrés entre la interfase diente-restauración, debilitando así, la integridad de la restauración, con lo que a futuro podrá ocasionar desadaptación marginal, flexión cuspídea, microfiltración, decoloración marginal, sensibilidad post operatoria y la consecuente caries recidivante <sup>(2)</sup>. A través del tiempo se han realizado múltiples esfuerzos por minimizar la contracción por polimerización de las resinas compuestas, implementando soluciones tales como; la introducción de formulaciones con monómeros de baja contracción, incrementando el volumen de los materiales de relleno, con la finalidad de reducir asimismo el grado de microfiltración que se presenta en resinas compuestas al momento de fotocurarla <sup>(3)</sup>.

A pesar de todos estos avances en la Odontología Restauradora, la contracción de los materiales es aún uno de los retos clínicos actuales. Las resinas compuestas de relleno masivo por permitir la obturación con incrementos de hasta 4 mm, ha cambiado completamente el paradigma de la Odontología Restauradora, debido a que la técnica hasta ahora aceptada había sido aplicar incrementos de material de máximo 2 mm para disminuir la contracción por polimerización y evitar la microfiltración marginal <sup>(4)</sup>.

En la actualidad hay controversias al determinar si los sistemas de relleno masivo presentan un mayor o menor grado de microfiltración marginal en

comparación a las resinas nanohíbridas universales. Por tal motivo, se vio la necesidad de realizar una revisión sistemática en español para analizar la evidencia existente del tema, y de esta manera, dar a conocer con cuál de estos sistemas se logra obtener los menores grados de microfiltración marginal en las restauraciones de resina compuesta.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se expone de forma explícita, el problema, el objetivo general de investigación y por último se exponen los argumentos que justifican este trabajo.

### **1.1. El problema**

Desde la década de 1960, las resinas compuestas se han usado ampliamente para restaurar lesiones cariosas, desgaste dental, fracturas coronales y defectos congénitos de los dientes debido a su estética deseable, técnica de preparación mínimamente invasiva, excelentes propiedades físicas y químicas y facilidad de manejo <sup>(5)</sup>.

Las resinas compuestas han reemplazado casi por completo la amalgama dental y se convirtieron en la primera opción para un material restaurador directo <sup>(3)</sup>. Sin embargo, el rendimiento óptimo de las restauraciones de resina compuesta va a depender de una polimerización adecuada del componente de resina, lo cual se acompaña con una reducción en el volumen del material, o contracción por polimerización <sup>(5)</sup>.

A pesar de los diversos avances en materiales compuestos a base de resina en los últimos años, la contracción por polimerización sigue siendo su mayor inconveniente y conduce a problemas clínicos <sup>(5)</sup>. La contracción por polimerización provoca la formación de vacíos internos y espacios marginales entre el material restaurador y la estructura del diente <sup>(6-7)</sup>. La desmineralización dental puede ocurrir en estos espacios debido al ingreso de bacterias o sus subproductos ácidos, lo que se denomina microfiltración <sup>(7)</sup>; se define como un canal entre la pared de la cavidad y el material restaurador en el que pueden penetrar bacterias, líquidos, moléculas e iones, pero que no puede detectarse clínicamente <sup>(8)</sup>.

Se han realizado diferentes investigaciones en cuanto a la colocación de las restauraciones de resinas compuestas, las cuales concuerdan en que todos los compuestos de resina sufren un grado de contracción. Al aumentar la contracción, trae como consecuencia un sellado marginal defectuoso y el consiguiente fracaso de la restauración <sup>(6, 9-15)</sup>.

Por lo tanto, se han elaborado diferentes resinas compuestas, sistemas adhesivos y técnicas clínicas para minimizar la microfiltración en los procedimientos de restauración adhesiva y mejorar sus efectos clínicos. Sobre la base de las deficiencias en los materiales actuales y la relación entre la contracción por polimerización y la microfiltración mencionada anteriormente, se han desarrollado nuevas resinas compuestas que según los fabricantes, presentan menor contracción por polimerización, tensión de contracción, absorción de agua, mejores propiedades mecánicas y se pueden usar en incrementos mayores a las convencionales <sup>(8)</sup>.

Entre estas podemos encontrar a las resinas compuestas de relleno masivo, que se trabajan en un solo bloque, disminuyendo así los pasos clínicos y haciendo más simple la técnica de colocación de la resina <sup>(8-11)</sup>. Se presentan de alta y baja viscosidad. La de alta viscosidad posee mayores cantidades de relleno en comparación con la de baja viscosidad; quienes presentan una mejor adaptación en las paredes de la cavidad, pero muestran mayor grado de contracción por polimerización y menores propiedades mecánicas <sup>(12)</sup>.

Las resinas de relleno masivo son más translúcidas que otras restauraciones, ya que permiten que la luz pueda penetrar a capas mucho más profundas. El contenido de los foto iniciadores de la polimerización y los inhibidores de estrés determinan el óptimo sellado marginal de estos compuestos. Asimismo, posee un módulo de elasticidad menor, así como niveles más bajos de estrés por polimerización en comparación con resinas compuestas tradicionales, sin comprometer la profundidad de curado <sup>(16)</sup>.

Las resinas compuestas de relleno masivo están indicadas para la restauración estética de dientes en la región posterior; presentan prepolímeros que según el fabricante disminuyen la contracción por polimerización y permite buenas propiedades mecánicas, ópticas y de pulido (17-19). El avance en cuanto a este material es que el mismo puede ser aplicado en incrementos de hasta 4 mm de espesor debido a que posee mitigadores del estrés de contracción, como también un nuevo receptor fotosensible, denominado "*Ivocerina*", añadido al sistema iniciador estándar utilizado anteriormente, lo que le permite amplificar el proceso de fotoactivación a las zonas más profundas (18-20).

Diversos estudios difieren y señalan que, en los sistemas de relleno masivo, no se logra obtener mejor sellado marginal. Por tanto, no existe una diferencia significativa entre las restauraciones realizadas mediante una técnica de estratificación en masa utilizando los compuestos de nueva generación de relleno masivo y la técnica de estratificación incremental convencional (13-21).

A pesar de que en los últimos años se han realizado numerosas investigaciones con respecto a las resinas de relleno masivo, no se halló en la búsqueda realizada una revisión sistemática en español sobre la microfiltración en los sistemas de resina compuesta de relleno masivo. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es describir el grado de microfiltración en los sistemas de resina compuesta de relleno masivo y los sistemas de resina compuesta nanohíbridas universales.

## **1.2. Objetivo general de la investigación**

Describir el grado de microfiltración en los sistemas de resina compuesta de relleno masivo y los sistemas de resina compuesta nanohíbridas universales.

## **1.3. Justificación**

En relación a lo mencionado con anterioridad, las investigaciones apuntan a mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los compuestos a base de resina y de esta manera, disminuir el grado de contracción que producen los compuestos a base de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato, y así asegurar el éxito de la restauración, evitando la microfiltración marginal <sup>(23)</sup>.

Entre los avances de la última década de la Odontología Restauradora fue creada una resina compuesta que puede ser aplicada en incrementos de hasta 4 mm, cambiando completamente el paradigma de la Odontología Restauradora, ya que la técnica hasta ahora aceptada había sido aplicar incrementos de material compuesto de máximo 2 mm para disminuir la contracción por polimerización y evitar la microfiltración marginal <sup>(14)</sup>.

En la actualidad existen numerosos trabajos de investigación donde se han comparado los distintos grados de microfiltración que presentan los sistemas de resina compuesta. Sin embargo, entre la información suministrada en tales publicaciones científicas, no existe ninguna revisión sistemática en español en la que se describan de manera objetiva los grados de microfiltración que se pueden presentar al usar estos sistemas de resinas compuesta y compararlos con los sistemas de resina compuesta nanohíbridas universales, justificando de esta manera, la necesidad de elaborar una revisión sistemática actualizada y específica que recopile todos estos datos.

Al mismo tiempo, esta revisión permitirá establecer especialmente si estas nuevas generaciones de resinas compuestas de relleno masivo son

más eficientes al disminuir considerablemente el grado de microfiltración con el uso de incrementos de hasta 4 mm a diferencia de la técnica convencional, la cual nos recomienda el uso de incrementos de hasta 2 mm.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se exponen los diversos elementos que conforman el fundamento teórico del mismo. Primero se desarrollan los antecedentes de la investigación, organizados retrospectivamente de acuerdo con el año de publicación y la relación con el tema en cuestión, y como segundo elemento se exponen las bases teóricas establecidas por definiciones específicas que sustentan este Trabajo Especial de Grado.

#### **2.1. Antecedentes**

Gómez y colaboradores alrededor del año 1997, efectuaron un estudio en el cual menciona que de los múltiples y sofisticados sistemas de estudio de la microfiltración que existen hoy día, el más utilizado por ser el más accesible es el de la penetración de colorantes. Por ser un método eficiente y económico, siendo el que se recomienda para estudiar los distintos grados de microfiltración. Evidenciando que este método es el más utilizado para evaluar el grado de microfiltración en diferentes restauraciones obturadas con resinas compuestas, debido a su sencillez y accesibilidad <sup>(24)</sup>.

Robles y colaboradores en el año 2002, estudiaron la microfiltración presentada usando materiales alternativos (Prime & Bond NT.- SureFil, Ariston Liner- Ariston pHc, One Coat Bond- Synergy, One-Step- Pyramid y Etch & Prime3.0- Definite) aplicados en cinco grupos en el sector posterior. Para el estudio de la microfiltración marginal. Después de ser seccionados longitudinalmente, se evaluó la microfiltración mediante observación con lupa estereoscópica a 10x. Determinando entonces que hasta con el uso de materiales alternativos se observa siempre presente un grado de microfiltración marginal <sup>(25)</sup>.

Lois y colaboradores en el año 2003, realizaron estudios in vitro con el objeto de comprobar el grado de microfiltración en restauraciones de clase II de resina compuesta condensable (Dyract flow). Efectuaron 104 cavidades,

las cuales fueron preparadas en dientes humanos extraídos, se distribuyeron al azar en cuatro grupos a los que se le aplicó a cada uno diferentes técnicas de obturación (técnica relleno masivo y técnica incremental). Las muestras fueron almacenadas en agua durante 24 horas, termocicladas 500 veces entre 5° y 55° C, sumergidas en una solución de fucsina básica al 0,5% durante 24 horas, luego fueron seccionadas longitudinalmente y examinadas para evaluar la microfiltración. Dando como resultados que el grupo I presentó una microfiltración marginal significativamente superior que los grupos II, III y IV. Concluyendo que ninguna de las técnicas de obturación empleadas pudo evitar completamente la microfiltración <sup>(26)</sup>.

García A y colaboradores en el año 2006, también estudiaron sobre las resinas compuestas y sus indicaciones clínicas, con la finalidad que el profesional tenga los criterios necesarios para seleccionar uno u otro en función de los requerimientos terapéuticos que necesite. En el mismo se hace referencia a las fuentes de polimerización, estableciendo que un incremento gradual de la intensidad lumínica es de suma importancia para disminuir la contracción volumétrica del material, por tanto, disminuye el grado de microfiltración que se pueda presentar; siendo este, uno de los principales problemas presentes en las resinas compuestas. Estableciendo que la microfiltración principalmente en los bordes marginales de la restauración, se puede minimizar a través de una correcta técnica adhesiva y demostró que el correcto curado de la restauración reduce considerablemente la contracción volumétrica que presentan estas resinas compuestas <sup>(27)</sup>.

Roggendorf y colaboradores alrededor del año 2011, evaluaron la integridad marginal en dientes posteriores obturados con resinas compuestas de diferentes rellenos (SDR con CeramX mono, Tetric EvoCeram, Filtek Supreme XT, y Venus Diamond), con el uso de sistemas adhesivos (XP Bond, Xeno V, Syntac, Adper Prompt L-Pop, y Ibond) en el esmalte y la dentina. Demostrando que los adhesivos de ácido grabado desempeñaron

un mejor rendimiento que los adhesivos de auto-grabado. Dicho esto, explicaron que lavar y secar antes de colocar el adhesivo tuvo un mejor desempeño que técnicas con adhesivos de auto-grabado para la adaptación marginal. Concluyendo que con el uso de la técnica de relleno masivo; la cual recomienda el uso de incrementos de hasta 4 mm, mostró un buen rendimiento con las combinaciones de materiales que se investigaron <sup>(28)</sup>.

Vásquez en el año 2012, realizó un estudio minucioso con en el sistema de resina compuestas relleno masivo, con el fin de describir características fundamentales que presentan este tipo de resinas. A través de la revisión de la literatura determinó que estos sistemas poseen la capacidad de colocar directamente incrementos de hasta 4 mm en restauraciones posteriores. Hace referencia en: Tetric EvoCeram® Bulk Fill, Ivoclar Vivadent, estableciendo que las mismas, pueden alcanzar una alta adaptación marginal en el piso y las paredes de la preparación en cavidades. Esta tecnología disminuye considerablemente el estrés de contracción al disminuir la contracción por polimerización. Concluyendo de esta manera, que estos sistemas son altamente recomendados por sus características como disminuir considerablemente la probabilidad de padecer de sensibilidad postoperatoria, microfiltración marginal y caries recidivante <sup>(29)</sup>.

Asimismo, Van Ende y colaboradores en el año 2012, desarrollaron un estudio que habla sobre el factor de contracción en cavidades profundas obturadas con resinas compuestas relleno masivo (Tetric EvoCeram® Bulk Fill, Tetric N Ceram Bulkfill y Bulk Fill SureFil SDR fluida), para de esta manera, determinar el efecto de la adhesión en dentina y evaluar el grado de microfiltración. Concluyendo entonces que la técnica relleno masivo y el tipo de compuesto resinoso pueden tener un gran impacto en la adherencia del material, en particular en cavidades profundas propensas a generar un factor de contracción alto <sup>(30)</sup>.

Uehara y colaboradores en el año 2013, experimentaron con la adaptación marginal entre las resinas compuestas relleno masivo y las

resinas nanohíbridas convencionales, con la intención de evaluar el grado de adaptación marginal. Concluyendo que en los tipos de resina compuesta de relleno masivo presentaron mayor desadaptación marginal, siendo la resina convencional Filtek Z350 (ESPE 3M) la que presentó mayor adaptación marginal con gran diferencia significativa en comparación con el otro grupo que analizaron <sup>(31)</sup>.

De esta manera, Didem y colaboradores en el año 2014, compararon también el grado de contracción en el sistema de resina compuesta SonicFill, con otros sistemas de resinas relleno masivo y asimismo con resinas convencionales de uso posterior. Con el objetivo, de evaluar el grado de microfiltración marginal. Concluyendo de tal manera, que, debido a la capacidad de colocar restauraciones con un solo incremento y la facilidad de su uso, el sistema SonicFill puede ser una alternativa para restauraciones posteriores, siendo más efectiva y evitando mayor grado de microfiltración marginal <sup>(32)</sup>.

Por otra parte, Antivilo en el mismo año 2014, elaboró un trabajo de investigación sobre la interfaz adhesiva de restauraciones en cavidades clase II con resina compuesta obturadas con Tetric N Ceram BulkFill® y Tetric N Ceram® convencional, con el propósito de observar, a través del uso de microscopio electrónico de barrido, si existen diferencias entre la interfaz diente-restauración lograda con la resina compuesta relleno masivo Tetric N Ceram Bulkfill® y la interfaz diente-restauración lograda con la resina compuesta Tetric N Ceram® convencional. Concluyendo entonces que el sistema convencional de resina Tetric N ceram convencional presento un mejor sellado que el logrado por el sistema de resinas Tetric N ceram Bulk fill® <sup>(33)</sup>.

García D y colaboradores en el año 2014, realizaron un estudio donde evaluaron la contracción por polimerización y la profundidad de curado de dos sistemas de resinas compuestas de relleno masivo (Bulk Fill SureFil SDR fluida SSF Dentsply y Venus Bulk Fill VBF Heraeus Kulzer) con una resina

compuesta convencional fluida (Filtek Supreme Ultra Fluido FSUF 3M / ESPE). Con el objeto de comparar cuál de los dos sistemas presentar una mayor contracción por polimerización. Estableciendo que los sistemas de resinas compuestas de relleno masivo presentaron un grado de contracción por polimerización aceptable e significativamente menor <sup>(34)</sup>.

Por otra parte, Lowe en el año 2015, estudio el estrés de contracción como un factor determinante en las restauraciones de resinas compuestas. Preciso que el efecto del estrés de contracción por polimerización es mayor en grandes incrementos de resina compuesta, que en pequeños incrementos. Observó en que caso el efecto de contracción es mayor. Comprobó que todas las resinas compuestas contraen hasta cierto punto de la fotopolimerización. Estableció que, usando grandes o pequeños incrementos de resina compuesta en cavidades profundas, si la luz no cura el material en las áreas de más difícil acceso de la cavidad, la misma, no podrá penetrar el material de restauración, trayendo como consecuencia que el material resultante no polimerizado puede afectar de manera adversa la unión a la estructura dentaria y, por lo tanto, la calidad y longevidad de la restauración <sup>(35)</sup>.

Orbowski y colaboradores en el año 2015, realizaron un estudio in vitro comparando el estrés de contracción en 4 diferentes tipos de resina compuesta tipo Bulk Fill: SonicFill, Tetric EvoCeram Bulk Fill, Filtek Bulk Fill y SDR. Dando como resultado que las preparaciones obturadas con el material SDR presento el grado más alto de penetración del colorante. Seguido de las restauraciones obturadas con el sistema SonicFill, continuando con las restauraciones obturadas con la resina compuesta Filtek Bulk Fill y por ultimo las restauraciones obturadas con Tetric EvoCeram Bulk Fill. De esta manera, se determinó que los compuestos fluidos de tipo Bulk Fill, activados con ultrasonidos tienen mejor sellado marginal; mostrando una alta falta de penetración del colorante, en comparación con los compuestos de tipo Bulk fill pastosos. Asimismo, a pesar de los resultados obtenidos, las

restauraciones de resina compuesta que se estudiaron, siempre van a presentar por lo menos un mínimo grado de microfiltración marginal <sup>(36)</sup>.

Solares, en el año 2015, realizó un trabajo especial de grado en el que comparó la microfiltración presentada en unidades dentales posteriores extraídas y obturadas con resina compuesta universal (*Filtek Z350, 3M-ESPE®*) y resina compuesta relleno masivo (*Filtek Bulk Fill 3M-ESPE®*), con el fin de establecer, cual presenta el mayor grado de microfiltración. Concluyendo de esta manera, *en que* no existe diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la microfiltración marginal encontrada en las unidades dentales restauradas con resina compuesta de aplicación convencional y la resina compuesta de relleno masivo, con la única diferencia que la resina compuesta relleno masivo permite minimizar el tiempo de obturación de las cavidades <sup>(37)</sup>.

Asimismo, Patel y colaboradores, en el año 2016 compararon la microfiltración marginal en cavidades clase II, restauradas con diferentes sistemas de resinas compuestas de relleno masivo (Tetric n ceram bulk fill, Ever X posterior, SDR and Tetric N ceram nanohybrid; como control) en un estudio in vitro. Evidenciaron las resinas de relleno masivo Tetric N ceram y Ever X posterior mostraron la menor microfiltración, mientras que el grupo de control mostró un mayor grado de microfiltración. Concluyendo que en general, las resinas de relleno masivo mostraron una buena unión a la estructura dental remanente, por lo tanto, se pueden usar en cavidades profundas de Clase II con un incremento máximo de 4 mm. Haciendo referencia en que los compuestos de resina universales no deben usarse con una técnica de relleno masivo <sup>(38)</sup>.

Chesterman y colaboradores, en el año 2017 elaboraron una revisión sistemática sobre materiales restauradores compuestos a base de resina de relleno masivo. Analizaron los materiales compuestos a base de resina (RBC). Refieren que, este tipo de materiales proporcionan restauraciones del color de los dientes que pueden ser más eficientes y menos sensibles a la

técnica que los RBC convencionales, la cual recomienda el uso máximo de 2 mm por incremento. Afirman que estos materiales pueden ser particularmente útiles cuando se restauran cavidades posteriores donde el tiempo del procedimiento es limitado. Concluyendo que hay muy poca investigación clínica (in vivo) sobre los resultados a largo plazo de estos materiales, por lo que se necesita precaución en cuanto a su eficacia. Recomiendan que seleccionen cuidadosamente los materiales y sigan estrictamente las instrucciones del fabricante <sup>(39)</sup>.

De la misma manera, Nanda y colaboradores en el año 2018 evaluaron in vitro y compararon la microfiltración de dos resinas compuestas de relleno masivo (SonicFill Bulk Fill y Tetric EvoCeram Bulk Fill) restauradas en cavidades de clase II usando microscopía de escaneo láser (CLSM). Refieren que la microfiltración es uno de los factores que afectan el éxito de cualquier restauración compuesta. Evidenciaron que la microfiltración era comparativamente mayor en el grupo que se restauró con Tetric EvoCeram en comparación con el compuesto de relleno masivo de SonicFill. Destacaron que ningún material a base de resina parece eliminar totalmente la microfiltración <sup>(40)</sup>.

Finalmente, Gong y colaboradores en el año 2019 hicieron estudios sobre los avances en la reducción de la microfiltración de distintos sistemas de resinas compuestas. Concluyendo que a pesar que las investigaciones en los últimos años han avanzado en la evaluación de la microfiltración, la mejora de los materiales restauradores y el desarrollo de técnicas efectivas para disminuir la microfiltración, aún la reducción de la microfiltración no se ha logrado. Haciendo referencia en que aún faltan enfoques eficaces y ampliamente aceptados, mientras que abundan los métodos controvertidos; los enfoques holísticos de múltiples objetivos son pocos, mientras que la mayoría de los métodos se centran en un solo factor; la mayoría de las tecnologías se informan en la etapa de investigación básica, y pocas han avanzado a aplicaciones clínicas; la mayoría de los estudios se centran a

corto plazo, y los estudios con largos períodos de seguimiento son poco frecuentes <sup>(41)</sup>.

## **2.2. Bases Teóricas**

Para abordar las bases teóricas se tomaron en cuenta los conceptos relacionados directamente con este estudio, considerando en primer lugar la definición de las resinas compuestas, además se destacan sus propiedades, composición y funciones, se hace énfasis en la clasificación de las mismas; y, en segundo lugar, se deja claro todo lo referente al tipo de resinas monoincrementales o de relleno masivo, es decir: la clasificación y sus aplicaciones clínicas.

### **2.2.1. Resina compuesta**

Las resinas compuestas ocupan un lugar de relevancia en Odontología, dentro de este grupo de materiales se destacan sus variadas indicaciones que los involucran tanto en la clínica preventiva como en la restauradora <sup>(8)</sup>. Las resinas compuestas pueden ser definidas como una pasta de material restaurador basado en resinas que actúan como un aglutinador orgánico monomérico, que contiene al menos 60% de relleno inorgánico, junto a un sistema que produce la polimerización <sup>(42)</sup>.

Los principales constituyentes de los compuestos de resina son la matriz resinosa y las partículas inorgánicas de relleno. Además de estos dos constituyentes, se requieren otros componentes para lograr la efectividad y durabilidad del material. Es necesario un agente (silano) para mantener el enlace entre las partículas de relleno inorgánico y la matriz resinosa, y un iniciador-activador para polimerizar la resina. Pequeñas cantidades de aditivos proporcionan estabilidad de color (Absorben luz ultravioleta [UV]) y previenen un polimerizado prematuro (inhibidores como la hidroxiquinona). Los compuestos también deben contener pigmentos que activen un color aceptable a la estructura del diente <sup>(43)</sup>.

## **2.2.2. Elementos que constituyen los compuestos de resina**

### **2.2.2.1. Matriz resinosa.**

Generalmente, la matriz resinosa está constituida por Bis-GMA (bisfenol A glicidilmetacrilato) o por el UDMA (dimetacrilato de uretano). Estos componentes orgánicos son, desde el punto de vista químico, la parte activa de las resinas compuestas, pues son estos monómeros los que van a establecer las ligaduras cruzadas en el momento de la polimerización y así otorgar resistencia al material <sup>(5)</sup>.

### **2.2.2.2. Partículas de relleno**

La incorporación de partículas de relleno dentro de la matriz mejora significativamente sus propiedades si las partículas de relleno se unen a ella. De otra manera, las partículas de relleno pueden debilitar al material. De tal manera, como hay menos resina en un compuesto, la contracción de polimerizado se reduce, comparada con una resina sin relleno <sup>(43)</sup>. Como materiales de relleno se han utilizado, vidrios, sílice coloidal, silicato y cuarzo molido, y en menor medida silicato precipitado <sup>(42)</sup>.

### **2.2.2.3. Agentes de acoplamiento**

Es importante que las partículas de relleno se enlacen a la matriz de resina. Esto permite que la matriz del polímero más flexible transfiera las tensiones a las partículas de relleno más rígidas. El enlace entre las dos fases del compuesto es proporcionado por un agente de acoplamiento <sup>(43)</sup>.

Aunque se utilicen titanatos y circonatos como agentes de acoplamiento, son más frecuentes los silanos orgánicos <sup>(43)</sup>. Los silanos son moléculas que poseen la capacidad de unirse químicamente a la superficie de la carga, así como a la matriz orgánica, y propiciar una interfase adhesiva muy sólida y confiable <sup>(5)</sup>.

### **2.2.2.4. Iniciadores**

Son aquellas sustancias que inician la reacción química y son capaces de romper la doble ligadura del monómero para convertirlo en polímero <sup>(42)</sup>.

En el caso de las resinas químicamente activadas, en el momento en que la pasta base y catalizadora se unen, se segmenta el peróxido de benzoílo y da inicio al proceso de autopolimerización. En las resinas compuestas fotoactivadas, el uso de luz visible con longitud de onda de alrededor de 470 nanómetros activa la canforoquinona (iniciador) y propicia la interacción reactiva con una amina terciaria <sup>(5)</sup>.

#### **2.2.2.5. Inhibidores**

Para minimizar o evitar la polimerización espontánea de los monómeros, se agregan inhibidores a los sistemas de resinas. Estos inhibidores; como la hidroxiquinona, tienen un fuerte potencial de reacción con radicales libres. Si se ha formado un radical libre, como en una breve exposición a la luz cuando se ha dispersado el material, el inhibidor reacciona con el radical libre y así inhibe la propagación de la cadena terminando la capacidad del radical libre de iniciar el proceso de polimerización <sup>(43)</sup>.

### **2.2.3. Clasificación de las resinas compuestas según sus partículas de relleno**

#### **2.2.3.1. Resinas compuestas de macrorelleno**

Fueron las primeras utilizadas para la obturación de dientes anteriores, actualmente se encuentran en desuso, pero estas resinas constituyeron la base de las resinas compuestas actuales. Se caracterizan porque sus partículas pueden fracturarse y ser desalojadas de manera selectiva de la matriz orgánica, cuyo desgaste es más rápido, pero tenían alta resistencia a la fractura <sup>(42)</sup>.

#### **2.2.3.2. Resinas compuestas de partículas pequeñas**

Estas resinas prácticamente han sido suplantadas por las resinas compuestas híbridas y fueron creadas con el objeto de contrarrestar las propiedades no deseadas de las resinas de macrorelleno <sup>(42)</sup>.

### **2.2.3.3. Resinas compuestas de microrelleno**

Las resinas de microrelleno se utilizan en obturaciones cosméticas. En este sentido, nos permite la elaboración de obturaciones y carillas estéticas directamente en el paciente sin necesidad de enviar al laboratorio. Por eso se han empleado en restauraciones de resina compuesta Clase III, Clase IV, Clase V, cierre de diastemas, carillas anteriores y en general se han utilizado en todo tipo de preparaciones por sus propiedades estéticas, su capacidad de pulido, su resistencia a la abrasión y su elasticidad <sup>(42)</sup>.

### **2.2.3.4. Resinas compuestas híbridas**

Estas resinas compuestas buscan combinar las propiedades físicas y mecánicas de los sistemas de partículas convencionales y la capacidad de pulido de los sistemas de partículas de microrelleno, logrando resultados intermedios entre ambos sistemas. Esta tecnología híbrida permite una alta carga de relleno en la resina compuesta, lo cual permite recuperar gran parte de las propiedades mecánicas que se habían perdido con los sistemas de microrelleno, aunque no logran igualar su capacidad de pulido <sup>(43)</sup>.

El tamaño de partícula de relleno en estas resinas híbridas oscila entre 0.04 – 5 micrones, constituyendo un 75 a 80% aproximadamente de la resina compuesta, pero el tamaño promedio está por sobre el micrón <sup>(44)</sup>.

### **2.2.3.5. Resinas compuestas microhíbridas**

Con el fin de mejorar aún más las propiedades estéticas de estos materiales, y a su vez preservar las propiedades mecánicas, surgen los sistemas de resinas compuestas microhíbridas. Estos sistemas de resina compuesta están constituidos por partículas de relleno que oscilan entre los 0.04 – 3 micrones, con un promedio de tamaño que oscila entre 0.4 y 0.8 micrones. Presenta muy buenas propiedades estéticas, una alta capacidad de pulido y buena resistencia a la abrasión <sup>(2, 44, 45)</sup>.

#### **2.2.3.6. Resinas compuestas de nanorelleno**

Hoy en día los avances tecnológicos han permitido obtener resinas compuestas con partículas de relleno cada vez más pequeñas y con procedimientos que permiten agregarlas en un alto porcentaje. Es así como se han desarrollado estos sistemas de resinas compuestas con partículas de relleno que van de 0.02 a 0.075 micrones. Estos sistemas poseen una buena resistencia al desgaste gracias al tipo de relleno de estroncio vítreo que poseen. Este relleno nanométrico genera un pulido de larga duración de la resina compuesta, manteniendo las propiedades de resistencia mecánica <sup>(42)</sup>.

#### **2.2.3.7. Resinas Compuestas Nanohíbridas**

Este tipo de resinas compuestas ha generado mucha confusión al tratar de clasificarlas y describir sus características clínicas, pues difieren francamente de las resinas de nanorelleno <sup>(42)</sup>.

Así que, estos tipos de resinas ciertamente poseen partículas nanométricas en su composición inorgánica que oscila entre 20 a 60nm, pero a diferencia de las de nanorelleno no poseen un nanoclúster que esté formado por nanopartículas a manera de un racimo, en reemplazo de este tienen un microrelleno promedio de 0.7 micrones. Estas partículas actuarán como soporte para las nanométricas y otorgan viscosidad al material, regulan la consistencia, dan el color y la radiopacidad <sup>(42)</sup>.

### **2.2.4. Clasificación según su sistema de activación**

#### **2.2.4.1. Resinas compuestas de autocurado**

En el proceso de activación química, una amina terciaria aromática es la encargada de activar la reacción de polimerización, que al actuar sobre el peróxido de benzoílo, permite la producción de radicales libres que reaccionarán sobre el monómero en el inicio del proceso, a temperatura ambiente <sup>(42)</sup>.

#### **2.2.4.2. Resinas compuestas de fotocurado**

Corresponde a los sistemas activados por luz visible. En estos sistemas una luz halógena, de longitud entre los 410 y 500 nm., activa a una  $\alpha$ -dicetona, la canforoquinona, que, en presencia de una amina alifática, inicia la reacción de polimerización. Asimismo, los fotones actúan sobre la canforoquinona, que reacciona liberando radicales libres, los que a su vez inician el proceso de polimerización del monómero presente <sup>(1)</sup>.

Las resinas compuestas foto activadas poseen numerosas ventajas en comparación a las resinas compuestas de auto-polimerización, entre las cuales se puede mencionar la menor cantidad de monómero residual que se encuentra posterior al proceso de polimerización, un proceso de polimerización más rápido y proporciona una mayor estabilidad de color <sup>(46)</sup>.

#### **2.2.4.3. Resinas compuestas de activación dual**

Corresponden a la combinación de distintos sistemas de polimerización, tales como calor–presión, luz–presión, calor–luz, o foto–autopolimerización <sup>(42)</sup>.

#### **2.2.4.4. Resinas compuestas termoactivadas**

Corresponde a la activación por calor o por un alza en la temperatura del material previamente moldeado y por esta razón son utilizadas principalmente como material para la confección de estructuras indirectas <sup>(51)</sup>. Sin embargo, la clasificación más usada para las resinas compuestas es aquella basada en el tamaño de sus partículas de relleno <sup>(42)</sup>.

### **2.2.5. Clasificación según su consistencia**

#### **2.2.5.1. Resinas compuestas convencionales**

Corresponden a un grupo de resinas compuestas que poseen una viscosidad intermedia, esta característica está dada por la cantidad de relleno presente en su estructura, la que corresponde a un 72% u 82% en peso, y a un 60% a 68% en volumen. Tienen un bajo índice de desgaste, alta elasticidad y resistencia a la fatiga <sup>(48)</sup>.

### **2.2.5.2. Resinas compuestas condensables**

Corresponden a aquellas resinas compuestas con una estructura similar a la de cualquier resina, donde la porción inorgánica o de relleno constituye el 77% a 83% en peso y 65% a 71% en volumen <sup>(48)</sup>.

Poseen una malla polimérica rígida (fibras cerámicas porosas silanizadas conectadas entre sí que permiten el infiltrado de la matriz orgánica entre ellas), lo que brinda una viscosidad similar a la de la amalgama. Debido a su alto contenido de relleno, se hace necesario condensar el material para lograr su adaptación a la cavidad a restaurar. Son altamente resistentes al desgaste y a la fatiga, con un alto módulo de elasticidad que las hace comportarse como resinas rígidas. Su principal indicación radica en la restauración de cavidades de clase II con el fin de lograr, gracias a la técnica de condensación, un mejor punto de contacto <sup>(56)</sup>.

### **2.2.5.3. Resinas compuestas fluidas**

Son resinas compuestas de baja viscosidad, es decir, más fluidas que la resina compuesta convencional. Para poder alcanzar esta característica, se les disminuyó el porcentaje de relleno inorgánico y se eliminó de su composición algunas sustancias o modificadores reológicos, con lo cual mejora su manipulación. La cantidad de relleno que poseen es de 51% a 65% en peso y de 36% a 50% en volumen. Esto les confiere un bajo módulo de elasticidad y una gran flexibilidad. Son de fácil pulido y poseen una baja resistencia al desgaste <sup>(42, 47)</sup>.

## **2.2.6. Propiedades físicas de las resinas compuestas**

### **2.2.6.1. Variación dimensional térmica**

Es el cambio de dimensión de un material cuando su temperatura varía. Lo que requiere es que el coeficiente del material restaurador sea lo más similar posible al de los tejidos dentarios. En caso de no ser así, al producirse una variación brusca de la temperatura intrabucal (por ejemplo, al comer un helado) el material restaurador se contraerá más que el diente, generando

una tensión que puede producir una separación a nivel de interface diente-restauración con la consiguiente penetración de los fluidos bucales en este espacio <sup>(49)</sup>.

Al normalizarse la temperatura intraoral la restauración vuelve a su volumen original, expulsando de la interface los fluidos que previamente se habían infiltrado. Esto al repetirse en el tiempo, genera un bombeo con aspiración y expulsión de fluidos y materia orgánica al interior de la interface diente-restauración. Este fenómeno se denomina percolación y puede traer como consecuencia recidivas de caries e irritación pulpar <sup>(49)</sup>.

Cabe destacar que este fenómeno de percolación siempre está presente en mayor o menor medida dependiendo de la similitud de los coeficientes de variación dimensional térmica del diente y del material de restauración <sup>(2)</sup>.

#### **2.2.6.2. Conductividad térmica**

La conductividad térmica de una sustancia es la cantidad de calor, en calorías o joules por segundo, que pasan a través de un cuerpo de 1 cm. de espesor con una sección de 1cm. La matriz orgánica de la resina compuesta y el relleno inorgánico son malos conductores térmicos, por lo tanto, ante cambios térmicos pasajeros la restauración no cambiará de temperatura tan rápidamente como la estructura dentaria. Sin embargo, se puede apreciar que los sistemas convencionales poseen una conductividad térmica tres veces más alta que los sistemas de microrelleno, debido a la mayor conductividad del cuarzo que estas poseen, y a la mayor probabilidad de contacto partícula – partícula que existe al utilizar rellenos de mayor tamaño <sup>(50)</sup>.

#### **2.2.6.3. Absorción acuosa**

Se define como la cantidad de agua adsorbida sobre la superficie de un material y la absorbida al interior del mismo. Para las resinas compuestas la presencia de absorción acuosa se traduce clínicamente en una expansión higroscópica, la cual podemos minimizar en la medida que el monómero de

la resina compuesta sea de mayor peso molecular. Debe existir, además, una buena adhesión entre la fase matriz y la fase dispersa mediante el agente de unión, ya que, si esta se encuentra deteriorada, aumenta la porción acuosa y por ende su expansión higroscópica <sup>(43)</sup>.

#### **2.2.6.4. Módulo de elasticidad**

Expresa la rigidez de un material. Para las resinas compuestas depende directamente de la cantidad de relleno y del grado de polimerización de la fase matriz, aumentando exponencialmente con el porcentaje de la fracción volumétrica del relleno. De esta manera, las resinas compuestas convencionales al ser más rígidas, soportan mejor las fuerzas de mordida intensas, mientras que para zonas donde predominan fuerzas de deflexión, como en la zona cervical de una pieza dentaria, funciona mejor una resina compuesta de microrelleno <sup>(49)</sup>.

#### **2.2.6.5. Resistencia a la compresión y a la tracción**

Es directamente proporcional a la cantidad de relleno inorgánico presente en la resina compuesta y al grado de polimerización de la matriz <sup>(49)</sup>. Además, depende del tamaño de las partículas de relleno. Las resinas compuestas híbridas poseen mayor resistencia a la compresión que las de microrelleno debido a que estas últimas no logran incorporar en su masa una alta cantidad de partículas de relleno. A su vez, las resinas compuestas híbridas poseen una mayor resistencia a la compresión que las convencionales, debido a que, para un mismo porcentaje de relleno, la disminución del tamaño de partícula se traduce en un incremento de la resistencia a la compresión <sup>(51)</sup>.

#### **2.2.6.6. Estabilidad de color**

Las resinas compuestas sufren alteraciones de color debido a manchas superficiales y decoloración interna. Las manchas superficiales están relacionadas con la penetración de colorantes provenientes principalmente de alimentos y cigarrillo, que pigmentan la resina. La decoloración interna

ocurre como resultado de un proceso de foto oxidación de algunos componentes de las resinas como las aminas terciarias <sup>(52)</sup>.

Es importante destacar que las resinas fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas <sup>(34)</sup>.

#### **2.2.6.7. Radiopacidad**

Un requisito de los materiales de restauración de resina es la incorporación de elementos radio opacos, tales como, bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio y lantano, los cuales permiten interpretar con mayor facilidad a través de radiografías la presencia de caries alrededor o debajo de la restauración <sup>(34)</sup>.

#### **2.2.6.8. Contracción por polimerización**

La contracción por polimerización es el mayor inconveniente de estos materiales de restauración <sup>(53)</sup>. Las moléculas de la matriz de una resina compuesta (monómeros) se encuentran separadas antes de polimerizar por una distancia promedio de 4 nm. (Distancia de unión secundaria), al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esa distancia se reduce a 1.5 nm (distancia de unión covalente). Ese "acercamiento" o reordenamiento espacial de los monómeros (polímeros) provoca la reducción volumétrica del material <sup>(54)</sup>. La contracción por polimerización de las resinas es un proceso complejo en el cual se generan fuerzas internas en la estructura del material que se transforman en tensiones cuando el material está adherido a las superficies dentarias <sup>(55)</sup>.

#### **2.2.7. Resina compuesta relleno masivo (*Bulk Fill*)**

Es una resina compuesta indicada preferiblemente para la restauración de dientes en la región posterior. Presenta pre-polímeros que, según el fabricante, disminuyen la contracción por polimerización y permite buenas propiedades mecánicas, ópticas y de pulido. Por último, se debe mencionar que se encuentra disponible en 16 tonos <sup>(17-19)</sup>.

Para acortar el tiempo de aplicación y proporcionar facilidad de uso, este material puede ser aplicado en incrementos de hasta 4 mm de espesor en forma de un solo bloque. Según el fabricante, posee mitigadores del estrés de contracción, inherente al proceso de polimerización. Además, se añadió un nuevo receptor fotosensible, denominado Ivocerina, al sistema iniciador estándar utilizado anteriormente <sup>(17-19)</sup>.

Es decir, el material relleno masivo, tendría Ivocerina y Canforquinona, lo que le permite amplificar el proceso de fotoactivación a las zonas más profundas, lo cual además se ve reforzado por tratarse de un material con mayor translucidez (15%) en comparación con los materiales convencionales (12%) <sup>(19)</sup>.

Entre las propiedades de estos compuestos; se puede decir que son de fácil aplicación, poseen poca contracción por polimerización, tienen una textura fluida para una buena adaptación y para que la polimerización sea efectiva con incrementos de hasta 4 mm <sup>(21)</sup>. Por otra parte, al ser un material que se utiliza en un solo bloque, debe brindar al operador el mayor tiempo de trabajo, esto se lograría mediante un filtro de sensibilidad de luz, que permite una manipulación por más de 3 minutos por cada incremento de hasta 4 mm <sup>(17)</sup>.

Las resinas compuestas de relleno masivo se estudian en dos (2) categorías; como compuestos fluidos de baja viscosidad y materiales restauradores de alta viscosidad:

- Las resinas compuestas de relleno masivo de baja viscosidad, como SDR (Dentsply), Venus BulkFill (Hereaus Kulzer), Filtek BulkFill Flow (3M / ESPE), X-tra Base (Voco), se usan como preparación de la capa de dentina en la parte inferior y luego, la colocación de una segunda capa como capa de esmalte, para finalmente aplicar la fotopolimerización <sup>(21)</sup>.
- Las resinas compuestas de relleno masivo de alta viscosidad, como SonicFill (Kerr), X-tra Fill (Voco), Filtek BulkFill (3M ESPE), Tetric Evo

Ceram BulkFill (Ivoclar Vivadent) y QuiXfil (Dentsply) no tienen una buena adaptación a las paredes de la cavidad, por lo tanto, primero se coloca una resina de baja viscosidad como primera capa <sup>(21)</sup>.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Se presenta a continuación el tipo, diseño y enfoque de la investigación; luego las fuentes de información, el procedimiento de selección de los textos, criterios de inclusión y exclusión, y el procedimiento para el análisis de los datos obtenidos.

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación.**

El presente Trabajo Especial de Grado, según la clasificación de Hernández, Fernández y Baptista <sup>(55)</sup>, se define como una investigación de tipo descriptiva, ya que se buscó determinar el grado de microfiltración en los sistemas de resina de relleno masivo y resinas nanohíbridas.

De la misma manera, el diseño de la presente investigación según Ruiz, Gómez y Londoño es de una revisión sistemática de la literatura, ya que, sintetiza el análisis retrospectivo de la información recolectada en diferentes estudios hechos por distintos investigadores <sup>(23)</sup>.

#### **3.2. Estrategias de búsqueda**

Se realizó una búsqueda en las principales fuentes de información en línea durante los meses de agosto y octubre del año 2019, a través de descriptores y palabras clave para obtener la evidencia sobre el tema.

#### **3.3. Fuentes de información**

En la búsqueda sistemática de evidencia científica se recurrió a las siguientes fuentes de información: *Medline (vía Pubmed)*, *Biblioteca Cochrane*, *Lilacs (vía BVS)*, *Elsevier (vía Science Direct)*, *Google Académico*, *SciELO* y *Acta Odontológica Venezolana*.

##### **3.3.1. Términos de búsqueda**

En la selección de descriptores en inglés (*Medical Subject Headings/MeSH*), se recurrió al tesoro de la biblioteca nacional de medicina

de los Estados Unidos (NCBL). En cambio, para la selección de Descriptores de las Ciencias de la Salud (DeCS) en el idioma español se realizó en el tesoro de la Biblioteca Virtual de la Salud (BVS).

**MeSH:** *“microleakage”, “composites”*.

**DeCS:** *“microcribado”, “resinas compuestas”*.

De igual manera en Google Académico se utilizaron palabras clave.

**Palabras Clave:** relleno masivo, microfiltración, resinas compuestas, técnica incremental

**Keywords:** *bulk fill, microleakage, composites, incremental technique*

### **3.3.2. Operadores lógicos**

El operador lógico *AND* se utilizó para la combinación de descriptores en las fuentes de información consultadas. En Google Académico por tener la particularidad de usarse signos matemáticos, se usó el signo (+) para la combinación de las palabras clave (**Ver Tabla 1**).

<b>Fuentes de información</b>	<b>Términos de búsqueda y operadores lógicos</b>
Medline (vía Pubmed)	<i>(composites) AND (microleakage)</i>
Biblioteca Cochrane	<i>(Bulk Fill) AND (composites) AND (microleakage)</i>
Lilacs (vía BVS)	<i>(Microcribado) AND (resinas compuestas)</i>
Elsevier (vía Science Direct)	<i>(composites) AND (microleakage)</i>
SciELO	<i>(composites) AND (microleakage)</i>
Google Académico	<i>(composites) + (microleakage) + (bulk fill)</i>

**Tabla 1. Combinación de términos de búsqueda y fuentes de información consultadas.**

### **3.4. Estrategia de selección**

Se aplicaron estrategias de selección lo cual permitió elegir adecuadamente los estudios que avalan la presente revisión.

#### **3.4.1. Criterios de inclusión**

Los criterios considerados para la selección de los diferentes estudios que conformaron la evidencia del presente trabajo fueron los siguientes:

- La presencia explícita de dos descriptores en el título del trabajo, y uno de ellos necesariamente: “microfiltración”. Para esto se leyeron los títulos de los artículos encontrados.
- Estudios que hayan comparado el grado de microfiltración en resinas compuestas. Para ello se realizó una evaluación de las fuentes de información.
- Estudios en inglés y español.

Con este propósito, se revisaron los artículos para identificar información, título, resumen, palabras claves, la sección de metodología y conclusiones.

### **3.4.2 Criterios de exclusión**

En tal sentido se consideraron los siguientes criterios de exclusión:

- Estudios en los que no estén identificados de forma explícita el autor o los autores.
- Estudios con animales.
- Revisiones sistemáticas en las que no se indique de forma explícita los criterios de inclusión.
- Estudios que evalúen únicamente la resistencia compresiva de los diferentes sistemas de resinas compuestas.
- Estudios que evalúen únicamente sobre la profundidad de curado en los diferentes sistemas de resinas compuestas.
- Estudios que evalúen únicamente sobre la resistencia traccional de los diferentes sistemas de resinas compuestas.

### **3.6. Procedimiento para el análisis de datos**

Luego de realizar la búsqueda en las diferentes bases de datos con el uso de descriptores (MeSH y DeCs) y palabras clave o *keywords* en el caso de google académico, Se procedió a seleccionar los artículos con base en los criterios de inclusión y exclusión establecidos, empezando con una primera lectura de los textos para su posterior clasificación. Con base a su contenido los estudios fueron categorizados y agrupados; seguidamente se realizó una lectura en profundidad de cada artículo, para seleccionar los datos más relevantes y realizar una síntesis y finalmente interpretar los datos.

Inmediatamente al elaborar una revisión detallada y un análisis de los datos obtenidos en los diferentes estudios, posteriormente se realizó una

categorización de la información para mostrar los resultados de una manera más clara y detallada. Este proceso se llevó a cabo por secciones:

**a. Materiales y métodos:** el análisis de esta sección permitió la creación de sub clasificaciones para categorizar y ordenar la información recolectada de acuerdo a características comunes y no comunes que presentaban los escritos.

**b. Resultados:** permitió describir el grado de microfiltración que obtuvieron los compuestos de resina.

**c. Discusión:** se evaluó dicha sección con el fin de poder explicar e interpretar los resultados a los que habían llegado los autores y condensarlos.

**d. Conclusiones y recomendaciones:** se verificaron estos dos últimos apartados para buscar coincidencias en dichos aspectos y así saber en qué están de acuerdo la mayoría de los autores y conocer las posibles interrogantes o vertientes que no hayan sido totalmente respondidas o estudiadas y sirvan como punto de partida para investigaciones futuras.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

Los resultados presentados a continuación producto de la búsqueda, análisis y revisión de los estudios referentes al grado de microfiltración en las resinas compuestas de relleno masivo y nanohíbridas se muestran de la siguiente manera:

#### **4.1. Descripción de los estudios**

Al culminar la búsqueda, se realizó una selección de los artículos que se incluyeron en la revisión sistemática. El número total de referencias identificadas por los diferentes medios fue de 92 artículos.

Como resultado del proceso de selección de los artículos, 23 estudios in-vitro cumplieron con los criterios de selección. Del total, 15 estudios publicados en idioma inglés y 8 en español.

La muestra total de los 23 artículos fue de 813 dientes a los cuales se les realizaron diferentes cavidades y se obturaron para determinar el grado de microfiltración en cada una de las resinas compuestas de relleno masivo y resinas compuestas nanohíbridas.

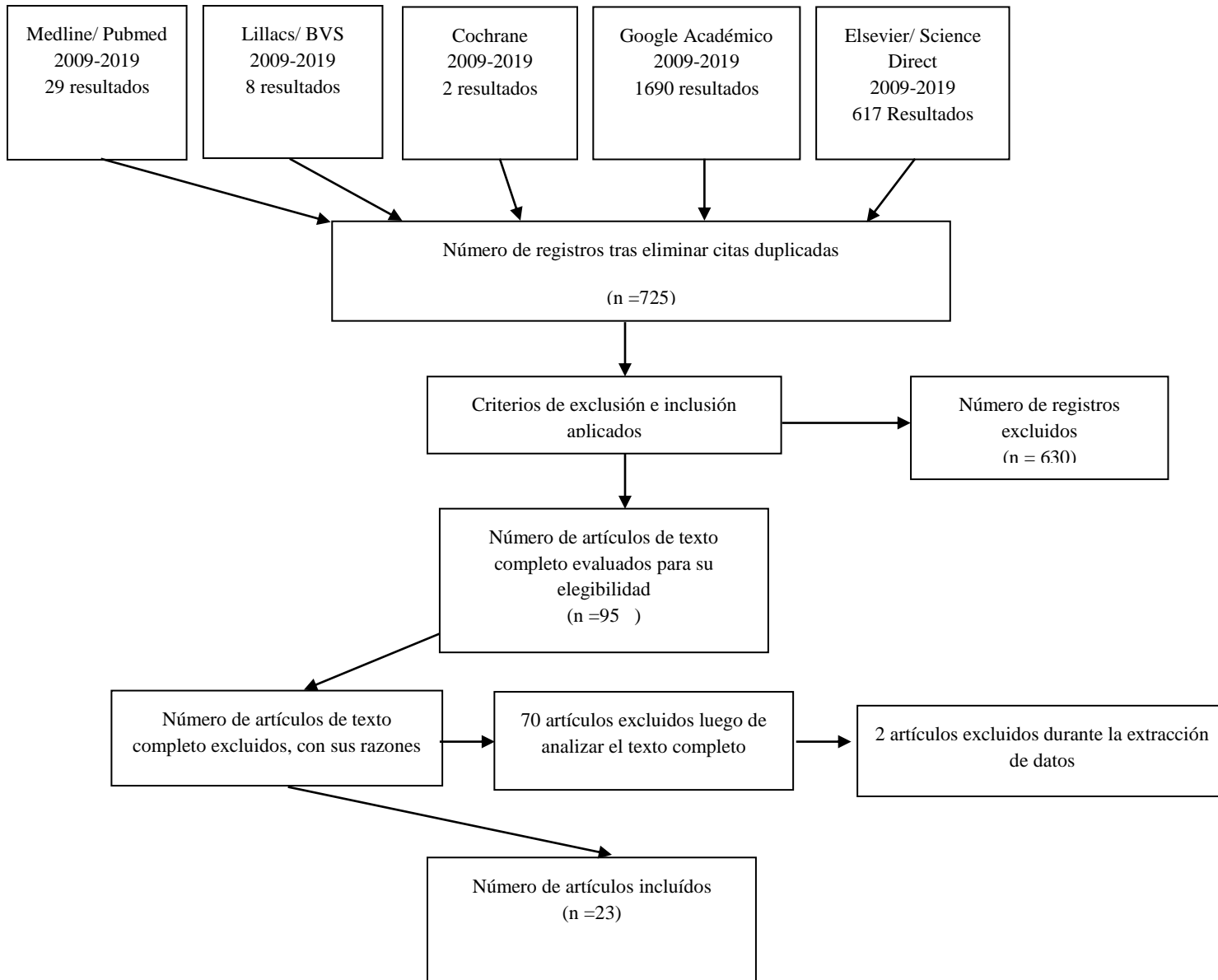


Diagrama de Flujo PRISMA.

A continuación, se procedió a la lectura crítica de los artículos. La validez de los artículos seleccionados estuvo dada por la aplicabilidad a nuestro contexto.

Los estudios seleccionados para la revisión, determinaron la microfiltración en las resinas compuestas de relleno masivo y nanohíbridas, al registrar la penetración de un agente marcador en micrómetros, mediante porcentajes, o en grados, usando el siguiente sistema:

	Esmalte (Margen Oclusal)	Dentina (Margen gingival)
Grado 0	Sin microfiltración	Sin microfiltración
Grado 1	Microfiltración que no sobrepasa la unión amelodentinaria	Microfiltración que no sobrepasa un tercio de la longitud de la pared cervical
Grado 2	Microfiltración que sobrepasa la unión amelodentinaria	Microfiltración lo largo de toda la pared cervical
Grado 3	Microfiltración lo largo de la pared pulpar	Microfiltración lo largo de la pared axial
Grado 4	Microfiltración en los túbulos dentinarios	Microfiltración en los túbulos dentinarios

**Tabla 2. Grados de microfiltración en los sistemas de resina compuesta**

Por lo tanto, para exponer los resultados se ha decidido asumir los compuestos de resina como las categorías que fundamentan la evidencia científica, considerando el grado de microfiltración que se presenta en cada uno de estos compuestos.

**4.2. Resinas compuestas de relleno masivo**

Se dividen en resinas compuestas de relleno masivo de baja viscosidad (fluidas) y de alta viscosidad (condensables). Cada una de ellas ofrece

diferentes ventajas y desventajas, y pueden ser usadas dependiendo de cada caso clínico <sup>(57)</sup>.

#### **4.2.1. Grado de microfiltración en las resinas compuestas de relleno masivo de baja viscosidad (fluidas)**

Permiten su aplicación en incrementos de 4 mm, poseen poca carga de relleno lo cual ofrece excelente adaptación a las paredes de la cavidad; pero requieren de la colocación de una capa superior de otra resina compuesta que las recubra. Dentro de estas resinas compuestas de relleno masivo tenemos: SDR (Dentsply), X-tra base (Voco), G-aenial Flo bulk fill (GC, Tokyo, Japan), G-aenial Universal Flo bulk fill (GC, Tokyo, Japan), Kalore bulk fill (GC, Tokyo, Japan) <sup>(13, 17, 19, 31, 57-59, 61, 62)</sup>.

Según los estudios seleccionados para la revisión la mayoría de las resinas compuestas de relleno masivo de baja viscosidad, obtuvieron en algunos casos una microfiltración que no sobrepasó la unión amelodentinaria y en otros casos una microfiltración que penetró en los túbulos dentinarios. <sup>(15, 17, 31, 57, 58, 60)</sup>.

Las resinas compuestas de relleno masivo que obtuvieron el menor grado de microfiltración, obteniendo una microfiltración que no sobrepasó la unión amelodentinaria, fueron las resinas de relleno masivo de baja viscosidad Kalore bulk fill (GC Tokyo, Japan) y G-aenial Universal Flo bulk fill (GC Tokyo, Japan) al ser usadas con el sistema adhesivo universal G-aenial Bond (GC, Tokyo, Japan); y la resina compuesta de baja viscosidad SDR (Dentsply), al ser usada con y sin recubrimientos, de igual manera empleando resinas nanohíbridas como Esthet-X® HD (Dentsply) y Grandio (Voco), y sistemas adhesivos universales como Scotchbond universal (3M ESPE) y Xeno Self-etch (Dentsply) <sup>(17,19, 59, 60)</sup>.

Aquellas resinas compuestas que registraron mayor grado de microfiltración fueron las resinas compuestas de baja viscosidad X-tra base

(Voco), al ser usada con una resina nanohíbrida de recubrimiento como Grandio (Voco) y con el sistema adhesivo universal Xeno Self-etch (Dentsply); la resina SDR (Dentsply) al ser usada en el margen gingival de la preparación y la resina G-aenial Flo bulk fill en el margen oclusal de la preparación <sup>(17, 58, 61)</sup>.

De igual manera, varios autores señalan que las resinas compuestas de relleno masivo de baja viscosidad, tuvieron un buen comportamiento ante el termociclado <sup>(31, 58)</sup>.

En la siguiente tabla se presenta el grado de microfiltración encontrado en los diferentes estudios seleccionados de las resinas compuestas de relleno masivo de baja viscosidad:

<b>Autores</b>	<b>Resina compuesta de baja viscosidad usado</b>	<b>Resina de recubrimiento</b>	<b>Adhesivo utilizado</b>	<b>Microfiltración obtenida</b>		<b>Conclusiones obtenidas</b>
<b>Juloski y cols <sup>(59)</sup> 2013</b>	Kalore bulk fill		G-ænial Bond	Grado 0 en esmalte y dentina		No surgieron diferencias significativas en la microfiltración en el margen de esmalte o en cervical de las cavidades, obturadas de forma incremental con una resina nanohíbrida o con una resina de relleno masivo
	G-ænial Flo bulk fill					
	G-ænial Universal Flo bulk fill					
	SDR			XP Bondb (XB)	Grado 0 en esmalte	
<b>Rengo y cols <sup>(19)</sup> 2015</b>	G-ænial Universal Flo bulk fill		G-ænial Bond	Grado 0 en esmalte	Grado 1 en dentina	La microfiltración obtenida por las resinas compuestas de relleno masivo fue similar a la obtenida con resinas nanohíbridas con la técnica estratificación convencional.
	Kalore bulk fill			Grado 1 en esmalte	Grado 1 en dentina	
	G-ænial Flo bulk fill			Grado 3 en esmalte	Grado 1 en dentina	
<b>Poggio y cols <sup>(15)</sup> 2013</b>	SDR	Esthet-X® HD	Scotchbond 1 XT	Grado 1 en dentina		Ninguna de las técnicas de restauración probadas eliminó por completo la penetración del tinte de microfiltración en los márgenes de dentina; La adaptación marginal en restauraciones Clase II con pared gingival por debajo del LAC varió tanto en sustratos como en las diferentes técnicas de restauración utilizadas.
<b>Nascimento y cols <sup>(18)</sup> 2016</b>	SDR		Scotchbond universal (autograbado)	Grado 1 en dentina		El grado microfiltración de las resinas de relleno masivo estudiadas, en cavidades de clase II, no fue influenciado por el sistema adhesivo (agente de unión convencional o autograbado de dos pasos).
			Scotchbond universal (grabado total)	Grado 1 en dentina		
	X-tra base		Scotchbond universal (grabado total)	Grado 1 en dentina		
			Scotchbond universal (autograbado)	Grado 2 en dentina		

	Filtek Bulk Fill Flow		Scotchbond universal (grabado total)	Grado 1 y 2 en dentina		
			Scotchbond universal (autograbado)	Grado 2 en dentina		
<b>Webber y cols</b> <sup>(17)</sup> <b>2014</b>	SDR	TPH3	Bond adhesive	Grado 1 en esmalte	Grado 2 en dentina	El uso de resinas compuestas fluidas de baja tensión de contracción (compuesto de relleno a granel) obtuvo resultados similares de microfiltración en cavidades de clase II en comparación con la técnica convencional de restauración con resina compuesta. La microfiltración fue mayor en dentina que en esmalte.
<b>Hassan y cols</b> <sup>(58)</sup> <b>2013</b>	SDR	Grandio	Xeno Self-etch	Grado 1 antes del termociclado en esmalte	Grado 1 después del termociclado en esmalte	El termociclado no aumentó la microfiltración en todos los grupos, excepto en el grupo Grandio en el margen oclusal. El grupo SDR mostró una microfiltración reducida en los márgenes oclusales y del esmalte en comparación con otros grupos. Ninguno de los materiales redujo la microfiltración en el margen de la dentina.
	X-tra base			Grado 2 antes del termociclado en dentina	Grado 2 después del termociclado en dentina	
				Grado 4 antes del termociclado en esmalte	Grado 4 después del termociclado en dentina	
<b>Moorthy y cols</b> <sup>(57)</sup> <b>2012</b>	SDR	GrandioSO	All-Bond 2 in 1	Grado 2 en margen gingival		Las resinas compuestas de relleno masivo redujeron significativamente la deflexión cuspídea en comparación con la resina compuesta convencional usada con la técnica incremental oblicua. Sin embargo no hubo diferencias en cuanto a la microfiltración cervical registrada.
	X-tra base					
<b>Doustfateme, Khosravi y Hosseini</b> <sup>(88)</sup> <b>2018</b>	SDR	Surefil	Clearfil SE Bond (Kuraray)	Grado 3 en margen gingival		La resina compuesta G-aenial Universal Flo con la técnica "snow plow" resultó en una disminución significativa de la microfiltración.

<b>Scotti y cols. 2014</b> (13)	SDR		Optibond FL	21,18% antes del termociclado/ 25,33% después del termociclado en esmalte	30,45% antes del termociclado/ 37,18% después del termociclado en dentina	Las resinas fluidas de relleno masivo proporcionaron un sellado marginal significativamente mejor en la dentina, tanto antes como después del envejecimiento artificial. Los compuestos de resina nanohíbrida y las resinas fluidas de relleno masivo mostraron valores de microfiltración similares en los márgenes del esmalte.
------------------------------------	-----	--	-------------	--	--	---

**Tabla 3. Grado de microfiltración en las resinas compuestas de relleno masivo de baja viscosidad**

#### **4.2.2. Grado de microfiltración en las resinas compuestas de relleno masivo de alta viscosidad (condensables)**

Permiten su aplicación en incrementos de 4mm, aunque disminuyen los pasos clínicos, varios autores indican que no brindan una excelente adaptación a los márgenes de la cavidad. Dentro de estas tenemos: SonicFill (Kerr), Tetric Evo Ceram Bulk fill (Ivoclar Vivadent), Filtek Bulk Fill (3M™ ESPE, USA), Aura BulkFill (SDI, Victoria, Australia) <sup>(15, 18, 19, 61-66)</sup>.

Según los estudios seleccionados para la revisión, algunas de las resinas compuestas de relleno masivo de alta viscosidad no presentaron microfiltración en el margen de dentina, entre ellas podemos encontrar la resina de activación sónica Sonicfill (Kerr) al emplear el sistema adhesivo universal Scotchbond 1 XT (3M ESPE) y la resina compuesta de relleno masivo Tetric Evo Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) empleando el sistema adhesivo Tetric N-Bond (Ivoclar Vivadent) <sup>(15, 67)</sup>.

La resina compuesta de relleno masivo de alta viscosidad que registró mayor grado de microfiltración en el margen de dentina fue la Filtek Bulk Fill (3M ESPE) empleando el sistema adhesivo universal Single Bond (3M ESPE), obteniendo una microfiltración que sobrepasó la unión amelodentinaria, con 523,40  $\mu\text{m}$  de penetración del tinte y 21,8% de microfiltración.

Las resinas compuestas de relleno masivo de alta viscosidad registraron según varios autores, mayor grado de microfiltración en el margen gingival y en dentina <sup>(18)</sup>.

En la siguiente tabla se presenta el grado de microfiltración encontrado en los diferentes estudios seleccionados de las resinas compuestas de relleno masivo de alta viscosidad:

Autores	Compuesto de alta viscosidad usado	Adhesivo utilizado	Microfiltración obtenida		Conclusiones obtenidas
<b>Poggio y cols <sup>(15)</sup> 2013</b>	Sonicfill	Scotchbond 1 XT	Grado 0 en dentina		Ninguna de las técnicas de restauración probadas eliminó por completo la penetración del tinte de microfiltración en los márgenes de dentina; La adaptación marginal en restauraciones Clase II con pared gingival por debajo del LAC varió tanto en sustratos como en las diferentes técnicas de restauración utilizadas.
<b>Rosas y cols <sup>(61)</sup> 2016</b>		Single Bond	0 µm en margen oclusal	42,0 µm en margen gingival	Ambas técnicas presentaron valores similares de estabilidad marginal en el borde cavosuperficial oclusal, sin embargo la resinas Filtek P60 presenta una mayor estabilidad marginal en el borde cavosuperficial gingival.
<b>Shahram , Alireza y Pegah <sup>(66)</sup> 2017</b>		Single Bond 2	127,35 µm en margen oclusal	290,25 µm en margen gingival	Los compuestos de relleno masivo no son significativamente diferentes de los compuestos convencionales en términos de microfiltración
<b>Echeverría y Ferrat <sup>(63)</sup> 2015</b>	Filtek Bulk Fill	Single Bond 2	21,8% microfiltración		La resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE, USA) utilizada mediante la técnica mono incremental se infiltró 21,8%. La resina Z-350 (3M ESPE, USA) utilizada mediante la técnica incremental se infiltró 13,7%
			0.668 mm de microfiltración en esmalte	0.922 mm de microfiltración en dentina	No existe diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la microfiltración marginal encontrada en las piezas restauradas con Resina Compuesta Universal y la Resina Compuesta Bulk.

<b>Solares <sup>(60)</sup> 2015</b>	Filtek Bulk Fill	Single Bond 2			La microfiltración marginal a nivel cervical en las piezas dentales restauradas con Resina compuesta Bulk presentó mayor microfiltración marginal en comparación con las piezas dentales restauradas con Resina compuesta universal.
<b>Kader y cols <sup>(16)</sup> 2015</b>		Single Bond	Grado 0 y 1		De los resultados se puede concluir que no existe una diferencia significativa en la microfiltración para las restauraciones realizadas mediante una técnica de estratificación masiva que utiliza los compuestos de nueva generación y la técnica de estratificación incremental convencional
<b>García, climent y Llena <sup>(90)</sup> 2019</b>		L-Pop adhesive	Grado 0 en esmalte	Grado 2 en dentina	La microfiltración fue significativamente menor en el esmalte con ambos materiales. Y ni en el esmalte ni en el cemento se encontraron diferencias entre los dos materiales analizados.
<b>Jinez <sup>(4)</sup> 2018</b>	Tetric Evo-Ceram Bulk fill	Tetric N-Bond	Grado 0 en dentina después del termociclado		Las muestras que fueron restauradas con resinas nanohíbridas presentaron microfiltración marginal severa en mayor cantidad. Mientras que las muestras restauradas con resinas nanohíbridas Bulk Fill no presentaron microfiltración marginal.
<b>Antón <sup>(89)</sup> 2018</b>			Grado 0 antes del termociclado	Grado 1 después del termociclado	Para ambas resinas se produce un aumento significativo en la microfiltración con respecto al tiempo de termociclado, pero este cambio es similar en ambos grupos.
<b>Mejía <sup>(67)</sup> 2017</b>	Tetric N- Ceram Bulk Fill	Tetric N-Bond	Grado 1		Estadísticamente el grado de sellado marginal en restauraciones de resina compuesta realizadas con un material mono incremental es igual que una restauración con un material convencional
<b>Domínguez <sup>(64)</sup> 2015</b>			19,8% de microfiltración		La microfiltración obtenida al usar la resina Tetric NCeram fue menor que la obtenida

				con la resina monoincremental Tetric N-Ceram Bulk Fill, presentando diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas
<b>Constanzo y Ghiringhelli <sup>(69)</sup> 2016</b>	Aura BulkFill	Single Bond	12,9% de microfiltración	No Existen diferencias estadísticamente significativas entre la resina Aura BulkFill (SDI, Australia) y la resina convencional Aura (SDI, Australia)

**Tabla 4. Grado de microfiltración en resinas compuestas de relleno masivo de alta viscosidad**

### **4.3 Resinas compuestas nanohíbridas**

Las resinas compuestas nanohíbridas son todas aquellas que permiten su aplicación tanto en el sector anterior como posterior. Pueden ser aplicadas mediante técnicas de restauración incremental. Dentro de los estudios seleccionados para la revisión podemos encontrar las siguientes resinas nanohíbridas condensables: GrandioSO (Voco), Grandio (Voco), Filtek Z350 (3M Espe), TPH3 Composite resin (Dentsply), Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent), Kalore (GC), Universal Filtek Supreme XTE (3MESPE), Esthet-X® HD (Dentsply) 72, Filtek Z250, Tetric N ceram, Filtek Z350 XT, Aura (SDI, Victoria, Australia), Filtek P60(3M® ESPE-USA), ARTISTE (Pentron Clinical), Surefil (Dentsply Caulk, USA); y las resinas fluidas: Filtek Supreme XTE Flowable (3MESPE), Filtek TM Supreme XTE Flowable (3MESPE), Venus Diamond Flow (Heraeus Kulzer, Hanau), GrandioSO Heavy Flow/Voco GmbH, Cuxhaven, Germany), G-aenial Universal Flo y G-aenial Flo (13, 16, 18, 19, 22, 31, 57-92).

#### **4.3.1 Grado de microfiltración en las resinas compuestas nanohíbridas**

Según los estudios analizados, la microfiltración en las resinas compuestas nanohíbridas es mayor cuando la restauración se encuentra en el margen oclusal, en dentina, o la restauración es expuesta al termociclado (13, 18, 22, 31, 57, 60-66, 68-92).

De igual forma al analizar los diferentes artículos se pudo constatar que se presenta mayor grado de microfiltración al usar las resinas compuestas nanohíbridas fluidas, registrándose microfiltración a lo largo de la pared pulpar y en los túbulos dentinarios. A diferencia de las resinas compuestas nanohíbridas condensables, que en algunos casos registraron microfiltración que sobrepasó la unión amelodentinaria (19, 22, 31, 57, 58, 61, 66, 69-92).

En la siguiente tabla se presenta el grado de microfiltración encontrado en los diferentes estudios seleccionados de las resinas compuestas nanohíbridas:

<b>Autores</b>	<b>Resina compuesta nanohíbridas</b>	<b>Adhesivo utilizado</b>	<b>Microfiltración obtenida</b>		<b>Conclusiones obtenidas</b>
<b>Poggio y cols</b> (15) 2013	Grandio (Voco)	Adper Scotchbond 1 XT	Grado 0 en dentina		Ninguna de las técnicas de restauración probadas eliminó por completo la penetración del tinte de microfiltración en los márgenes de dentina; La adaptación marginal en restauraciones Clase II con pared gingival por debajo del LAC varió tanto en sustratos como en las diferentes técnicas de restauración utilizadas.
	GrandioSO Heavy Flow (Voco) + GrandioSO		Grado 1		
	Filtek Supreme XTE Flowable+ Universal Filtek Supreme XTE (3MESPE)		Grado 2		
<b>Nascimento y cols</b> (18) 2016	Filtek Z350 (3M ESPE)	Scotchbond universal (grabado total)	Grado 1 en dentina		El grado microfiltración de las resinas de relleno masivo estudiadas, en cavidades de clase II, no fue influenciado por el sistema adhesivo (agente de unión convencional o autograbado de dos pasos).
		Scotchbond universal (autograbado)			
<b>Solares</b> (60) 2015			0,538mm de microfiltración en margen oclusal	0,798mm de microfiltración en margen gingival	No existe diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la microfiltración marginal encontrada en las piezas restauradas con Resina Compuesta Universal y la Resina Compuesta Bulk.
					La microfiltración marginal a nivel cervical en las piezas dentales restauradas con Resina compuesta Bulk presentó mayor microfiltración marginal en comparación con las piezas dentales restauradas con Resina compuesta universal.
<b>Echeverría y Ferrat</b> (69) 2015			13,7% de microfiltración		La resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE, USA) utilizada mediante la técnica mono incremental se infiltro 21,8%. La resina Z-350 (3M ESPE, USA) utilizada mediante la

					técnica incremental se infiltró 13,7%
<b>Antón <sup>(89)</sup> 2018</b>	Filtek Z350 XT	Single Bond Universal	Grado 0 antes del termociclado	Grado 2 y 3 después del termociclado	Para ambas resinas se produce un aumento significativo en la microfiltración con respecto al tiempo de termociclado, pero este cambio es similar en ambos grupos
<b>Kader y cols <sup>(16)</sup> 2015</b>	Filtek Z250 (3M ESPE)		Grado 0 y 1		De los resultados se puede concluir que no existe una diferencia significativa en la microfiltración para las restauraciones realizadas mediante una técnica de estratificación masiva que utiliza los compuestos de nueva generación y la técnica de estratificación incremental convencional
<b>Shahram , Alireza y Pegah <sup>(66)</sup> 2017</b>			590, 20µm en margen oclusal	145,45µm de microfiltración en margen gingival	Los compuestos de relleno masivo no son significativamente diferentes de los compuestos convencionales en términos de microfiltración
<b>Rosas y cols <sup>(61)</sup> 2016</b>	Filtek P60(3M ESPE)		75,6µm en margen oclusal	0µm de microfiltración en margen gingival	Ambas técnicas presentaron valores similares de estabilidad marginal en el borde cavosuperficial oclusal, sin embargo la resinas Filtek P60 presenta una mayor estabilidad marginal en el borde cavosuperficial gingival.
<b>Constanzo y Ghiringhelli <sup>(69)</sup> 2016</b>	Aura (SDI)		11,3% de microfiltración		No existen diferencias estadísticamente significativas entre la resina Aura BulkFill (SDI, Australia) y la resina convencional Aura (SDI, Australia)
<b>García, climent y Llana <sup>(90)</sup> 2019</b>	Universal Filtek Supreme XTE (3MESPE)	L-Pop adhesive	Grado 0 en esmalte	Grado 1 en dentina	La microfiltración fue significativamente menor en el esmalte con ambos materiales. Y ni en el esmalte ni en el cemento se encontraron diferencias entre los dos materiales analizados.

<b>Webber y cols</b> (17) 2014	TPH3 Composite resin (Dentsply)	Bond adhesive system (Dentsply)	Grado 1 en esmalte	Grado 2 en dentina	El uso de resinas compuestas fluidas de baja tensión de contracción (compuesto de relleno a granel) obtuvo resultados similares de microfiltración en cavidades de clase II en comparación con la técnica convencional de restauración con resina compuesta. La microfiltración fue mayor en dentina que en esmalte.
<b>Rengo y cols</b> (19) 2015	Kalore (GC)	G-aenial Bond	Grado 1 en esmalte	Grado 1 en dentina	La microfiltración obtenida por las resinas compuestas de relleno masivo fue similar a la obtenida con resinas nanohíbridas con la técnica estratificación convencional.
	G-aenial Universal Flo		Grado 3 en esmalte		
	G-aenial Flo		Grado 4 en esmalte		
<b>Moorthy y cols</b> (57) 2012	GrandioSO (Voco)	All-Bond 2 in 1	Grado 2		Las resinas compuestas de relleno masivo redujeron significativamente la deflexión cuspídea en comparación con la resina compuesta convencional usada con la técnica incremental oblicua. Sin embargo no hubo diferencias en cuanto a la microfiltración cervical registrada.
<b>Hassan y cols</b> (58) 2013	Grandio (Voco)	Xeno Self-etch one step adhesive	Grado 2 antes del termociclado en esmalte	Grado 3 después del termociclado en esmalte	El termociclado no aumentó la microfiltración en todos los grupos, excepto en el grupo Grandio en el margen oclusal. El grupo SDR mostró una microfiltración reducida en los márgenes oclusales y del esmalte en comparación con otros grupos. Ninguno de los materiales redujo la microfiltración en el margen de la dentina.
			Grado 4 antes del termociclado en dentina	Grado 4 después del termociclado en dentina	
<b>Doustfateme, Khosravi y Hosseini</b> (88) 2018	Surefil (Dentsply)	Clearfil SE Bond primer	Grado 2		La resina compuesta G-aenial Universal Flo con la técnica "snow plow" resultó en una disminución significativa de la microfiltración.
<b>Mejía</b> (67) 2017	ARTISTE (Pentron Clinical)		Grado 1		Estadísticamente el grado de sellado marginal en restauraciones de resina

		Tetric N-Bond			compuesta realizadas con un material mono incremental es igual que una restauración con un material convencional
<b>Jinez <sup>(4)</sup> 2018</b>	Tetric EvoCeram (Ivoclar)		Grado 3		Las muestras que fueron restauradas con resinas nanohíbridas presentaron microfiltración marginal severa en mayor cantidad. Mientras que las muestras restauradas con resinas nanohíbridas Bulk Fill no presentaron microfiltración marginal.
<b>Domínguez <sup>(64)</sup> 2015</b>	Tetric N ceram (Ivoclar)		14.9% de microfiltración		La microfiltración obtenida al usar la resina Tetric NCeram fue menor que la obtenida con la resina monoincremental Tetric N-Ceram Bulk Fill, presentando diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas
<b>Scotti y cols <sup>(13)</sup> 2014</b>	Venus Diamond	Optibond FL	19.01% de microfiltración antes del termociclado/ 23.07% después del termociclado en esmalte	45.65% de microfiltración antes del termociclado/ 53,10% después del termociclado en dentina	Las resinas fluidas de relleno masivo proporcionaron un sellado marginal significativamente mejor en la dentina, tanto antes como después del envejecimiento artificial. Los compuestos de resina nanohíbrida y las resinas fluidas de relleno masivo mostraron valores de microfiltración similares en los márgenes del esmalte.
	Venus Diamond Flow		21.60% de microfiltración antes del termociclado/ 25.35% después del termociclado en esmalte	32.32% de microfiltración antes del termociclado/ 43,04% después del termociclado en dentina	

**Tabla 5. Grado de microfiltración en resinas compuestas nanohíbridas.**

## DISCUSIÓN

Para cumplir con el objetivo general de la presente investigación se llevó a cabo una revisión exhaustiva en las diversas bases de datos y se recopilaron los todos los estudios relacionados al grado de microfiltración en los sistemas de resina compuesta de relleno masivo y resinas compuestas nanohíbridas. La mayoría de los estudios concuerdan que todas las resinas compuestas presentan cierto grado de microfiltración <sup>(16, 18, 19, 22, 31, 57, 58, 60-92)</sup>.

Los menores grados de microfiltración fueron los reportados al usar las resinas compuestas de relleno masivo de alta viscosidad; dos de estas resinas compuestas no presentaron ningún grado de microfiltración, entre ellas, la SonicFill (Kerr) empleando el adhesivo universal Scotchbond 1 XT (3M ESPE) y la Tetric Evo Ceram Bulk Fill con el sistema adhesivo Tetric N-Bond (Ivoclar Vivadent) <sup>(15,67)</sup>. Por el contrario, las resinas compuestas nanohíbridas fluidas fueron las que presentaron mayor grado de microfiltración <sup>(15, 31,68)</sup>.

A pesar de que existen diferencias entre los grados de microfiltración reportados al usar resinas compuestas de relleno masivo y resinas compuestas nanohíbridas, la mayoría de los estudios concuerda en que las diferencias no son estadísticamente significativas en los resultados como para indicar que con las resinas compuestas de relleno masivo se obtienen mejores resultados que con las resinas nanohíbridas en el sector posterior <sup>(13, 15, 16, 18, 19, 22, 31, 57,59-92)</sup>.

Los resultados obtenidos permiten coincidir con Gong y colaboradores <sup>(40)</sup>, al decir que, en las restauraciones de resina compuesta no se ha logrado eliminar definitivamente la microfiltración.

En lo que sí están de acuerdo diversos autores <sup>(13, 18, 22, 31, 58, 60, 64-92)</sup>, es al señalar que la microfiltración es mayor cuando la restauración se encuentra

en dentina o en el margen gingival, ya que la interfaz adhesiva es más difícil de lograr en estos sustratos; o cuando la restauración es expuesta al termociclado, ya que este procedimiento permite envejecer la interfaz adhesiva al acelerar la hidrólisis de los componentes de la interfase <sup>(18)</sup>.

Sin embargo, Brian y colaboradores <sup>(22)</sup>, en su estudio de revisión, reportaron que con las amalgamas adhesivas se pueden obtener excelentes resultados y eliminar completamente la microfiltración en las restauraciones.

Por lo tanto, se pueden utilizar las resinas compuestas de relleno masivo y obtener resultados similares a los obtenidos con las resinas compuestas nanohíbridas; con la ventaja que ofrecen este tipo de resina en cuanto a la simplicidad de la técnica y la disminución de los pasos clínicos.

El presente trabajo tiene la ventaja de presentar las resinas compuestas de las marcas comerciales más reconocidas a nivel mundial, e indicar el grado de microfiltración que se produce al realizar restauraciones en diferentes sustratos y bajo diferentes condiciones externas.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La investigación en los últimos años ha avanzado en la evaluación de la microfiltración, la mejora de los materiales restauradores y el desarrollo de técnicas efectivas para disminuir la microfiltración, por lo tanto, podemos indicar lo siguiente:

1. La aplicación en bloques de 4mm con las resinas compuestas de relleno masivo pudiera suponer un aumento en el grado de microfiltración, esta microfiltración no es mayor a la reportada por los autores al usar las resinas compuestas nanohíbridas. Por lo tanto, este tipo de resinas conllevan a una disminución de los pasos clínicos y mayor facilidad de aplicación.
2. Es importante realizar estudios en los que se involucren todos los factores que intervienen en la microfiltración en resinas compuestas, para de esta manera, determinar cuál es el mejor plan de tratamiento para los diferentes casos. Y además de esto, que sean estudios a largo plazo e in vivo, ya que las condiciones de la cavidad bucal alteran por completo el medio en el que se encuentra la restauración.
3. A pesar de que han lanzado nuevos materiales al mercado, tales como las resinas compuestas de relleno masivo, no se ha logrado eliminar completamente la microfiltración marginal.
4. Se recomienda capacitar a los futuros profesionales en el uso de nuevas técnicas que disminuyan la microfiltración

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Echeverria, J. *Operatoria dental: ciencia y práctica*. 1er ed. España: Ediciones Avances. 1990.
2. Barrancos, M. *Operatoria Dental*. 2nd ed. España: Editorial Médica Panamericana. 1999.
3. Beñaldo C. Estudio comparativo in vitro de la microfiltración de restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo convencional y otras realizadas con un sistema adhesivo con nanorelleno [Internet]. Universidad De Chile: Santiago de Chile; 2005. [cited 2019 Oct 02] Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/c712/c587806aea2aa4534beeb6303c35f3ede0e8.pdf>
4. Jinez P, Silva J, García I. Microfiltración Marginal En Cavidades Clase II Restauradas Con Resinas Nanohíbridas Vs Resinas Nanohíbridas Bulk Fill. Estudio In Vitro [Internet]. Universidad Central Del Ecuador: Quito, Ecuador; 2018. [cited 2019 Jan 12] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14889>
5. Nocchi, E. (2007). *Odontología Restauradora: Salud y estética*. 1era ed. México: Editorial Médica Panamericana. 43 – 67 p.
6. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill Resin-based Composites An In Vitro Assessment of Their Mechanical Performance. *Operative dentistry*. 2013; 38(6): 618-625 p. Available from: <https://www.iopdentonline.org/doi/full/10.2341/12-395-L>
7. Kalmowicz J. Microleakage of Class I and II Composite Resin Restorations Using a Sonic-resin Placement System. *Oper Dent*. 2015; 40(6): 653-61 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26237636>
8. Macchi, D. *Materiales dentales*. 1era ed. España: Editorial Médica Panamericana. 2007. 157-170 p.

9. Ruchi G, Anil T, Anamika K, Saurabh M, Siddharth D. Bulkfill flowable composite resins – A review. *INT. J. APPL. DENT. SCI.* 2017; 3(2): 2394-7497 p. Available from: <http://www.oraljournal.com/archives/2017/3/2/A/2-4-39>
10. Pamir T, Türkün M. Factors Affecting Microleakage of a Packable Resin Composite: An In Vitro Study. *Operative Dentistry.* 2005; 30(3): 338-345 p. Available from: <https://www.iopdentonline.org/doi/pdf/10.2341/1559-2863-30-3-1#page=68>
11. Cordeiro R, Diniz M, Rodrigues J, Orbegoso V. Influencia de la técnica de preparación de cavidades sobre la microfiltración marginal. *Acta Odontológica Venezolana.* 2008; 46(4). Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/4/art-10/>
12. Lekha Santhosh, Kusum Bashetty, and Gururaj Nadig. The influence of different composite placement techniques on microleakage in preparations with high C- factor: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2008; 11(3): 112–116 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2813100/>
13. Scotti N, Comba A, Gambino A, Paolino S, Alovisi M, Pasqualini D, Berutti E. Microleakage at enamel and dentin margins with a bulk fills flowable resin. *Eur J Dent.* 2014; 8(1): 1–8 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4054019/>
14. Yamazaki PCV, Bedran-Russo AKB, Pereira PNR, Swift EJ. Microleakage Evaluation of a New Low-shrinkage Composite Restorative Material. *Operative Dentistry.* 2006; 31(6):670-6. p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17153975>
15. Poggio C, Chiesa M, Scribante A, Mekler J, Colombo M. Microleakage in Class II composite restorations with margins below the CEJ: In vitro evaluation of different restorative techniques. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2013; 18(5): 793-798 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3790654/>

16. Kader M, Altheeb A, Al-Asmry A, Lugman M. Microleakage evaluation of class II composite restoration with incremental and bulk fill technique. *J Dent Res.* 2015; 401(2): 153 – 5 p. Available from: <http://www.jdr.org/article.asp?issn=2348-2915;year=2015;volume=2;issue=4;spage=153;epage=155;aulast=Kader>
17. Webber M, Marin G, Progiante, P, Lolli, L, Marson, F. Bulk-Fill Resin-Based Composites: Microleakage of class II Restorations. *Journal of Surgical and Clinical Dentistry.* 2014; 2(1): 15-19 p. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/327944829\\_BULK-FILL\\_RESIN-BASED\\_COMPOSITES\\_MICROLEAKAGE\\_OF\\_CLASS\\_II\\_RESTORATIONS](https://www.researchgate.net/publication/327944829_BULK-FILL_RESIN-BASED_COMPOSITES_MICROLEAKAGE_OF_CLASS_II_RESTORATIONS)
18. Nascimento AS, Lima EA, Durão MA, Sousa YC, Correia TC, Braz R. Marginal microleakage in Bulk Fill resins. *Rev Odontol UNESP.* 2016; 45(6): 327-331 p. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1807-25772016000600327](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-25772016000600327)
19. Rengo C, Spagnuolo G, Ametrano G, Goracci C, Nappo A, Rengo S, Ferrari M. Marginal leakage of bulk fill composites in Class II restorations: a micro CT and digital microscope analysis. *International Journal of Adhesion and Adhesives.* 2015; 14(2): 4 p. Available from: [https://www.academia.edu/24688033/Marginal\\_leakage\\_of\\_bulk\\_fill\\_composites\\_in\\_class\\_II\\_restorations\\_A\\_microCT\\_and\\_digital\\_microscope\\_analysis](https://www.academia.edu/24688033/Marginal_leakage_of_bulk_fill_composites_in_class_II_restorations_A_microCT_and_digital_microscope_analysis)
20. Politi I, McHugh LEJ, Al-Fodeh RS, Fleming GJP. Modification of the restoration protocol for resin-based composite (RBC) restoratives (conventional and bulk fill) on cuspal movement and microleakage score in molar teeth. *Dent Mater.* 2018 Sep;34(9):1271-1277 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29857989>
21. Cangül S, Adiguzel O. The Latest Developments Related to Composite Resins. *Int Dent Res.* 2017; (7):32-41 p.
22. Lo Giudice R, Puleio F, Verrusio C, Matarese M, Alibrandi A, Lizio A. Bulk vs. wedge shape layering techniques in V class cavities: Marginal infiltration evaluation. *Giornale Italiano di Endodonzia.* 2017; 26(2): 6-8 p.

23. Ruiz A, Gómez C, Londoño D. Investigación clínica: Epidemiología clínica aplicada. 1a ed. Bogotá, Colombia: Centro Editorial Javeriano. 2001.
24. Gómez S, Miguel A, De La Macorra JC. Estudio de la microfiltración: modificación a un método. Avances en Odontología. 1997; 13(4). Disponible en: [https://eprints.ucm.es/5041/1/Estudio\\_de\\_la\\_microfiltracion\\_Modificacion\\_a\\_un\\_método.pdf](https://eprints.ucm.es/5041/1/Estudio_de_la_microfiltracion_Modificacion_a_un_método.pdf)
25. Robles V, Lucena C, González M, Ferrer C. Estudio de microfiltración con nuevos materiales alternativos para el sector posterior. RCOE. 2002; 7(5). Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1138123X2002000600003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1138123X2002000600003&script=sci_abstract&tlng=pt)
26. Lois FJ, Paz C, Pazos R, Rodríguez-Ponce A. Estudio in vitro de microfiltración en obturaciones de clase II de resina compuesta condensable. SciELO Analytics. 2004; 20(2). Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852004000200004](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852004000200004)
27. García A, Lozano M, Vila J, Escribano A, Fos Galve P. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006; 215(11): 20 p. Disponible en: <http://www.medicinaoral.com/medoralfree01/v11i2/medoralv11i2p215e.pdf>
28. Roggendorf M, Krämer N, Appelt A, Naumann M, Frankenberger R. Marginal quality of flowable 4-mm base vs conventionally layered resin composite. Journal of Dentistry. 2011; 4(1): 4 – 5 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21801799>
29. Vázquez D. A New-Generation Bulk-Fill composite for Direct Posterior Restorations. AEGIS Communications. 2012; 8(5). Available from: <https://www.aegisdentalnetwork.com/id/2012/05/a-new-generation-bulk-fill-composite-direct-posterior-restorations>
30. Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt K, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: Effect on

- adhesion to cavity-bottom dentin. Dent. Master. 2012; (1): 2 – 4 p.  
Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23228335>
31. Uehara N, Ruiz A J, Velasco J, Ceja I, Espinosa R. Adaptación Marginal de las resinas BulkFill. Rodyb. 2011; 3(2). Disponible en: <http://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2013/09/ADAPTACION-RESINAS-BULK-FILL..1.pdf>
  32. Didem A, Gözde Y, Nurhan O. Comparative Mechanical Properties of Bulk-Fill Resins. Open Journal of Composite Materials. 2014; 117(4): 121 p. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/269791199\\_Comparative\\_Mechanical\\_Properties\\_of\\_Bulk-Fill\\_Resins](https://www.researchgate.net/publication/269791199_Comparative_Mechanical_Properties_of_Bulk-Fill_Resins)
  33. Antivilo B. Análisis descriptivo in vitro de la interfaz adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas en Tetric N Ceram Bulkfill® y Tetric N Ceram® convencional [Internet]. Universidad De Chile: Santiago de Chile; 2014. [cited 2019 Jan 12] Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:S4C2FDtqWWsJ:repositorio.u-chile.cl/bitstream/handle/2250/130073/n%25C3%25A1lisis-descriptivo-in-vitro-de-la-interfaz-adhesiva-de-restauraciones-de-resina-compuesta.pdf%3Fsequence%3D1+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ve>
  34. García D, Yaman P, Dennison J, Neiva GF. Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk Fill Flowable Composite Resins. Operative Dentistry. 2014; 440(4): 441 – 448 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24304339>
  35. Lowe R. The Search for a Low-Shrinkage Direct Composite. Inside Dentistry. 2010; 7(8): 84 p. Available from: <https://www.aegisdentalnetwork.com/id/2010/01/the-search-for-a-low-shrinkage-direct-composite>
  36. Orbowski M, Tarczydło B, Chabas R. Evaluation of Marginal Integrity of Four Bulk-Fill Dental Composite Materials: In Vitro Study. The Scientific

- World Journal. 2015; 4(6). Available from: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2015/701262/>
37. Eltayeb A. An in-vitro evaluation of the physical properties of a new bulk-fill composite. Estudio In Vitro [Internet]. UNIVERSITY OF THE WESTERN CAPE. Sudáfrica; 2017. [cited 2019 Jan 10] Available from: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:tgClf1XWjUgJ:https://etd.uwc.ac.za/bitstream/handle/11394/5950/2334-2621-1-RV%2520%25281%2529.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ve>
38. Chesterman J. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. Br Dent J. 2017; 222(5):337-344 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28281590>
39. Nanda D, Sharma P, Moudgil M, Sharma V, Gupta K, Gupta D. In vitro Evaluation and Comparison of Microleakage of Two Restorative Composite Resins in Class II Situations using Confocal Laser Scanning Microscopy. J Contemp Dent Pract. 2018; 19(9):1100-1104 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30287711>
40. Gong H, Zhang X, Shi X, Guo X, Zhu S, Gao P, Cui Z, Zhao Q, Xu T. ADVANCES IN REDUCING MICROLEAKAGE IN DENTAL COMPOSITES. Revue Roumaine de Chimie. 2019; 64(6): 519 – 527 p. Available from: <http://revroum.lew.ro/wp-content/uploads/2019/06/Art%2008.pdf>
41. Cova, J. (2010). *Biomateriales dentales*. 2da ed. Venezuela: Editorial AMOLCA. 134 – 172 p.
42. Phillips R. La Ciencia de los Materiales Dentales. 1era ed. México: Editorial Elsevier; 2004. 406 – 408 p.
43. Sturdevant CM. et al. Operatoria dental. 1era ed. Madrid: Editorial Harcourt Brace; 1996. 253 – 265 p.
44. Blanchard P, Wong Y, Matthews A, Vena D, Craig R, Curro F, Thompson V. Restoration Variables and Postoperative Hypersensitivity in Class I

- Restorations. PEARL Network Findings. 2013; 34(4). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23627487>
45. Pereira S, et al. Evaluation of two Bis-GMA analogues as potential monomer diluents to improve the mechanical properties of light-cured composite resins. Dent Mater. 2005; 823(9): 30 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15876451>
46. De Souza FB, Guimaraes RP, Silva CH. A clinical evaluation of packable and microhybrid resin composite restorations: one-year report. Quintessence Int. 2005; 4(1). Available from: [https://www.researchgate.net/publication/8022634\\_A\\_clinical\\_evaluation\\_of\\_packable\\_and\\_microhybrid\\_resin\\_composite\\_restorations\\_One-year\\_report](https://www.researchgate.net/publication/8022634_A_clinical_evaluation_of_packable_and_microhybrid_resin_composite_restorations_One-year_report)
47. Suzuki S. Does the wear resistance of packable composite equal that of dental amalgam. J Esthet Restor Dent. 2004; 355(6): 65 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15801341>
48. Retamal AF, Retamal J, Bader Mattar M. Análisis comparativo in vitro del grado de filtración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con dos métodos de grabado ácido distintos. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral; 2014. 7(1). Disponible en: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:mXOtpK7\\_aRYJ:https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script%3Dsci\\_arttext%26pid%3DS0719-01072014000100002&hl=es-419&gl=ve&strip=1&vwsrc=0](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:mXOtpK7_aRYJ:https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script%3Dsci_arttext%26pid%3DS0719-01072014000100002&hl=es-419&gl=ve&strip=1&vwsrc=0)
49. Craig, R. (1988). *Materiales dentales restauradores*. 3era ed. Argentina: Editorial Mundi S.A.I.C y F; 237 – 266 p.
50. Rodríguez G, Pereira N. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontológica Venezolana; 2008. 46(3). Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-630096>
51. Miyagawa Y, Powers J. Prediction of color of an esthetic restorative material. J. Dent. Res. 1983; 581(1). Available from: [https://www.researchgate.net/publication/16623691\\_Prediction\\_of\\_color\\_of\\_an\\_esthetic\\_restorative\\_material](https://www.researchgate.net/publication/16623691_Prediction_of_color_of_an_esthetic_restorative_material)

52. Feilzer A, De Gee A, Davidson C. Setting stress in composite restorations in relation to the configuration of the restoration. *J. Dent. Res.* 1987; 66(6): 1636 – 1639 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10872397>
53. Braga R, Ferracane J. Alternatives in Polymerization Contraction Stress Management. *Rev. Oral. Biol. Med.* 2004; 176 (3): 184 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15187035>
54. Manhart J, Garcia F, Hickel R. Direct posterior restoration: Clinical result and new developments. *J. Dent. Clin. N. Am.* 2002; 303(2). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12014036>
55. Hernández S, Fernandez C, Baptista L. Metodología de la Investigación. 4ª Edición. México: McGraw-Hill; 2006. 839 p.
56. Heintze S, Monreal D, Peschke A. Marginal Quality of Class II Composite Restorations Placed in Bulk Compared to an Incremental Technique: Evaluation with SEM and Stereomicroscope. *J Adhes Dent.* 2015; 147(2): 2 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25893223>
57. Moorthy A, Hogg C, Dowling A, Grufferty B, Benetti A, Fleming G. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. *J Dent.* 2012; 40(6): 500 – 5 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22390980>
58. Hassan L, Ibraheem A. The effect of thermocycling on microleakage analysis of bulk filled base composite in comparison to incrementally placed nanohybrid composite in class II MOD restorations (An in vitro study). *J Bagh College Dentistry.* 2013; 25(3): 28 – 34 p. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-effect-of-thermocycling-on-microleakage-of-bulk-Hassan-Ibraheem/2ff6c0ccfd0b95a7cf8648138db2f9810d3607cc>
59. Juloski J, Carrabba M, Aragoneses J, Forner L, Vichi A, Ferrari M. Microleakage of Class II restorations and microtensile bond strength to dentin of low-shrinkage composites. *Am J Dent.* 2013; 26(5): 271 – 7 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24479279>

60. Solares W. Medición de la microfiltración presente en restauraciones clase II mesio-oclusales en piezas dentales posteriores extraídas; obturadas con Resina Compuesta universal y Resina Compuesta Bulk [Internet]. Universidad de San Carlos: Guatemala; 2015. [cited 2019 Oct 10] Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/514/>
61. Rosas A, Soto V, Ruiz P, Gainza P, Barría M. Estabilidad marginal de una resina condensable versus resina monoincremental activada sónicamente en restauraciones clase II: Estudio in vitro. Avances En Odontoestomatología. 2016; 32(1). Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v32n1/original4.pdf>
62. Campos E, Ardu S, Lefever D, Jasse´ F, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. Journal of Dentistry. 2014; 575(42): 581 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24561041>
63. Ferrat V, Echeverría R. Análisis Comparativo Del Sellado Marginal de Restauraciones De Resina Compuesta Convencional (Z-350 3M ESPE) y una Monoincremental (Filtek Bulk Fill 3m Espe) [Internet]. Universidad Finis Terrae: Santiago de Chile; 2015. [cited 2019 Oct 10] Disponible en: <http://repositorio.uft.cl/bitstream/handle/20.500.12254/420/ECHEVERRIA-FERRAT%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
64. Domínguez R, Corral D. Análisis comparativo in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material monoincremental (Tetric n-ceram bulk fill), y uno convencional (Tetric n-ceram). Rev Dent Chile. 2015;106(1):15 – 9 p. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:5ZBpvWB5TgoJ:repositorio.u Chile.cl/handle/2250/137691+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ve>
65. Pacheco C, Gehrkué A, Ruiz P, Gainza P. Evaluación de la adaptación interna de resinas compuestas: Técnica incremental versus bulk-fill con activación sónica. Avances en Odontoestomatología. 2015; 31(5); 313-

321 p. Disponible en:

[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852015000500004](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852015000500004)

66. Shahram M, Alireza H, Pegah R, Microleakage of Two Bulk Fill and One Conventional Composite in Class II Restorations of Primary Posterior Teeth. *Journal of Dentistry*. 2017; 14(3): 7-15 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5694844/>
67. Mejía E. Grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material mono incremental y uno convencional [Internet]. Universidad Central Del Ecuador: Quito-Ecuador; 2017. [cited 2019 Oct 04] Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:uWVuAh0HdLcJ:www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9443/1/T-UCF-0015-560.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ve>
68. Lynch T. Microleakage. *Journal of Dentistry*. 1992; 20(1): 3-10 p. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030057129290002T>
69. Constanzo F, Ghiringhelli M. Análisis Comparativo In Vitro Del Sellado Marginal De Restauraciones De Una Resina Compuesta Convencional (Aura, Sdi) Y Una Monoincremental (Aura Bulk Fill, Sdi). Tesis para obtener el título de Cirujano Dentista. Universidad Finis Terrae. Santiago, Chile 2016. Disponible en: <http://repositorio.uft.cl/bitstream/handle/20.500.12254/403/Constanzo-Ghiringhelli%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
70. Weaver WS, Blank LW, Pelleu GB. A visible light activate resin cured trough tooth structure. *Gen Dent*. 1988; 236(2): 36 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3215499>
71. Caetano N, Grover V, Clavijo R, López B, Susin A. Influencia de la fotopolimerización gradual en el estrés de contracción en restauraciones de resina compuesta. *Acta Odontológica Venezolana*. 2008; 46(2). Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-630096>

72. Lutz F. Quality and durability of marginal adaptation in border composite restorations. *Dental materials*. 1991; 107 (7): 7 p. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1936638>
73. 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. *J Dent*. 2003; 437(31): 44 p. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12878027>
74. Campodonico C, Tantbirojn D, Olin P. Cuspal deflection and depth of cure in resin-based composite restorations filled by using bulk incremental and transtooth-illumination techniques. *JADA*. 2011; 142(3): 142–176 p. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21965491>
75. Mastach L, Roca P, Sierra P, Rodríguez A. Estudio in vitro de microfiltración en obturaciones de clase II de resina compuesta condensable. *Avances en odontoestomatología*. 2004; 20(2). Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852004000200004](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852004000200004)
76. Moezyzadeh M, Kazemipoor M. Effect of Different Placement Techniques on Microleakage of Class V Composite Restorations. *Journal of Dentistry*. 2009; 6(3). Available in: [https://www.researchgate.net/publication/228645077\\_Effect\\_of\\_Different\\_Placement\\_Techniques\\_on\\_Microleakage\\_of\\_Class\\_V\\_Composite\\_Restorations](https://www.researchgate.net/publication/228645077_Effect_of_Different_Placement_Techniques_on_Microleakage_of_Class_V_Composite_Restorations)
77. Astorga M, Pérez J, Setién V. Comparación del sellado marginal de resinas convencionales y resinas de siloranos en cavidades clase II. *Rev Venez Invest Odont IADR*. 2014; 20(1): 3 p. Disponible en: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:5kNzmg7\\_pZgJ:erevistas.saber.ula.ve/index.php/rvio/article/download/4836/4653+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ve](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:5kNzmg7_pZgJ:erevistas.saber.ula.ve/index.php/rvio/article/download/4836/4653+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ve)
78. Espinosa R, Mariscal E, Valencia R, Ceja I. Evaluación de la Integridad Marginal de las Resinas Compuestas a Base de Metacrilatos y Siloranos. *RODYB*. 2013; 4(2): 4 p. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:LF5wYsmDq7YJ:www.rodyb.c>

[om/wp-content/uploads/2013/03/Adaptaci%25C3%25B3-Marginal-siloranos.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ve](http://www.odontologia.uady.mx/revistas/rol/pdf/V05N2p41.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ve)

79. Quiroz M, Ruiz-Díaz E, Juárez RP. Comparación Clínica de Restauraciones Proximales con Resinas Compuestas. Revista Odontológica Latinoamericana. 2013; 46(5): 41 p. Disponible en: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:9\\_Jg4i21NpQJ:www.odontologia.uady.mx/revistas/rol/pdf/V05N2p41.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ve](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:9_Jg4i21NpQJ:www.odontologia.uady.mx/revistas/rol/pdf/V05N2p41.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ve)
80. Lara C, Angulo G, Alvarado-Menacho S. Aplicación de un Adhesivo Autograbante y uso de la Técnica Incremental Oblicua para Resinas Compuestas en Restauraciones Directas en el Sector Posterior. Reporte de Caso. Journal of Dentistry. 2013; 43 (1): 40 p. Disponible en: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:caFyAXJCHzIJ:https://revista.sinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/odont/article/view/5376+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ve>
81. Rodrigues S, Silva L, Machado G, Della A, Demarco F. Influence of different restorative techniques on marginal seal of class II composite restorations. J Appl Oral Sci. 2010; 20(1): 37 – 43 p. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20379680>
82. Souza N, Clavijo V, Ampuero B, Susin A. Influencia de la fotopolimerización gradual en el estrés de contracción en restauraciones de resina compuesta. Acta Odontológica Venezolana. 2008; 46(3). Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/art-27/>
83. Veiga de Melo M, Moyses M, Ribeiro J, Candido dos Reis A, Orbegoso V. Influencia de las unidades de curado LED y LUZ halógena sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas. Acta Odontológica. 2007; 45(2). Disponible en: [https://www.actaodontologica.com/ediciones/2007/2/unidades\\_curado.asp](https://www.actaodontologica.com/ediciones/2007/2/unidades_curado.asp)
84. Craig, O. (1996). *Materiales dentales: Propiedades y manipulación*. 2da ed. Argentina: Editorial Mosby/Doyma Libros S.A; 422 – 439 p.

85. De Souza FB, Guimaraes RP, Silva CH. A clinical evaluation of packable and microhybrid resin composite restorations: one-year report. *Quintessence Int.* 2005; 4(1). Available in: [https://www.researchgate.net/publication/8022634\\_A\\_clinical\\_evaluation\\_of\\_packable\\_and\\_microhybrid\\_resin\\_composite\\_restorations\\_One-year\\_report](https://www.researchgate.net/publication/8022634_A_clinical_evaluation_of_packable_and_microhybrid_resin_composite_restorations_One-year_report)
86. Lowe R. The Search for a Low-Shrinkage Direct Composite. *Inside Dentistry.* 2010; 303(1): 78–84 p. Available in: <https://www.aegisdentalnetwork.com/id/2010/01/the-search-for-a-low-shrinkage-direct-composite>
87. Doustfateme S, Khosravi K, Hosseini S. Comparative Evaluation of microleakage of Bulk-fill and Posterior Composite Resins Using the Incremental Technique and a Liner in Class II Restorations. *Journal of Islamic Dental Association of IRAN (JIDAI).* 2018; 30(1). Available in: <http://jidai.ir/article-1-1942-en.html>
88. Antón S. Aplicación De Resina Fotocurable Tipo Bulk Fill Y Resina Filtek Z 350XT En Premolares Para Evaluar Microfiltración In Vitro [Internet]. Universidad Alas Perú: Huach; 2018. [cited 2019 Oct 03] Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UAPI\\_493326ded61c3376a4084fa6e674dba2/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UAPI_493326ded61c3376a4084fa6e674dba2/Details)
89. García L, Climent A, Llena C. In vitro evaluation of microleakage in Class II composite restorations: High viscosity bulk-fill vs. conventional composites. *Dental Materials Journal.* 2019; 234(2). Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31231103>
90. Simancas Y, Leal J, Vallejo E. Efecto del Termociclado y el acondicionamiento en el sellado de una Resina Microhíbrida. *Acta Odontológica Venezolana.* 2012; 50(2). Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2012/2/art-6/>
91. Brian C, Lam O, Jagannathan N, Botelho M. A Systematic Review of Amalgam Bonded Restorations: In vitro and Clinical Findings. *The Journal*

of Contemporary Dental Practice. 2018; 19(8): 1013 – 1024 p.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30150506>

92. Wendy S. Medición de la microfiltración presente en restauraciones clase II mesio-oclusales en piezas dentales posteriores extraídas; obturadas con Resina Compuesta universal y Resina Compuesta Bulk [Internet]. Mayo 2019. Universidad de San Carlos de Guatemala; 2015. [cited 2019 Oct 10]. Available from: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/514/1/SolaresV%C3%A1squez.pdf>