

COMPARACIÓN DE LA MICROFILTRACIÓN ENTRE RESINAS DE FOTOCURADO CON
DOS SISTEMAS ADHESIVOS, REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

YESMITH ADRIANA MORALES LLANES

YULIANA ALEXANDRA PANQUEVA SÁNCHEZ

DANIELA ALEXANDRA POLANÍA HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE CÚCUTA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

COMPARACIÓN DE LA MICROFILTRACIÓN ENTRE RESINAS DE FOTOCURADO CON
DOS SISTEMAS ADHESIVOS, REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

YESMITH ADRIANA MORALES LLANES

YULIANA ALEXANDRA PANQUEVA SÁNCHEZ

DANIELA ALEXANDRA POLANÍA HERNÁNDEZ

Asesores

GERARDO ENRIQUE JIMÉNEZ BARBA

Odontólogo-Esp. Rehabilitación e Implantología Oral

JESUS ARTURO RAMÍREZ SULVARAN

Licenciado en Biología y Química- MSc.Dr

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE CÚCUTA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

Dedicatorias

La dedicación de este trabajo de grado es primeramente a DIOS que me dio la vida y la salud para poder hacer este trabajo con mis compañeras, a mis padres, Jesús Homero Morales Villareal y Yesmith Llanes Duque que son mi mayor inspiración quienes con su amor y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por hacer de mí la mujer que soy hoy en día.

A mis hermanos, Jhon Alexander Morales Llanes y Jesús Emmanuel Morales Llanes, por su amor, sacrificio, palabras de aliento y consejos pude realizar mis estudios universitarios, gracias por siempre estar conmigo; a mi tía Martha Elena Giraldo Duque por su gran apoyo, amor y comprensión, no solo conmigo, sino con toda mi familia. Los amo inmensamente a todos y a las tantas personas que hicieron de este proceso posible, infinitas gracias.

YESMITH ADRIANA MORALES LLANES

Esta tesis se la dedico primeramente a Dios, quien es mi guía en cada paso de mi vida, el que se encarga de hacer posible cada reto que me propongo. A mis padres, Julio Alexander Panqueva Ochoa e Isabel Sánchez Sánchez, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos, quienes con su gran esfuerzo y amor me han permitido llegar a cumplir hoy un logro más. A mi hermana Tatiana Isabel Panqueva Sánchez, por darme fortaleza de seguir cada día adelante y ser mi apoyo en los momentos de estrés y frustración de no poder continuar. A mi Tía Maritza Panqueva Ochoa y Abuela Betty Ochoa de Panqueva

porque siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

Especialmente este logro se lo dedico a mi abuelo Julio Panqueva Ochoa que, aunque no esté físicamente con nosotros, desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo salga bien. Por último, a toda mi familia, a mis amigos más cercanos y todas aquellas personas que de una u otra manera me han ayudado para lograr culminar este sueño.

YULIANA ALEXANDRA PANQUEVA SÁCNHEZ.

En primer lugar dedico este trabajo de grado a Dios, por darme sabiduría, salud en estos tiempos de pandemia, que resultan difíciles para todos y por regalarme la oportunidad de ejecutar ésta tesis junto a mis compañeras, a mis padres Sandra Aydeé Hernández Torres y José Lizardo Polanía Vargas, que siempre han creído en mí, que me han enseñado a no darme por vencida frente a las dificultades que se atraviesan en la vida, y que debo luchar incansablemente por cumplir mis sueños, por último agradezco a cada uno de los miembros de mi familia, que han sido un gran apoyo en mi vida personal y en mi carrera, que con sus palabras de aliento me impulsaron a seguir adelante y llegar hasta donde he llegado.

Gracias, gracias, gracias.

DANIELA ALEXANDRA POLANÍA HERNÁNDEZ

Agradecimientos

En este momento tan especial para nuestras vidas, muchas ideas se nos vienen a la mente; pero en ellas prevalece en sentido del agradecimiento. Para empezar, queremos agradecer a Dios todo poderoso y decirle que ayer, hoy y siempre, es y será el dueño y Señor de nuestras vidas. En segundo lugar, a nuestros padres, por el apoyo emocional, afectivo, económico que nos dieron para alcanzar este triunfo.

Agradezco especialmente a mis asesores de tesis los doctores Gerardo Enrique Jiménez Barba en la parte científica y al doctor Jesús Arturo Ramírez Sulvarn en la parte metodológica, ellos hacen parte fundamental de este éxito, también quiero agradecer a la Universidad Antonio Nariño, por la acogida que nos dio, por la formación profesional recibida enmarcada en los principios de la ciencia y la ética, por permitirnos cumplir nuestros sueños de ser odontólogas y por ser una esperanza y fuente de conocimiento para la juventud nortesantandereana.

Resumen

Objetivo: el objetivo de esta revisión bibliográfica de literatura fue la comparación de la microfiltración entre resinas de fotocurado usadas en la práctica odontológica restaurativa con dos sistemas adhesivos. **Materiales y métodos:** Se recopilaron 74 artículos relacionados con el objeto de estudio publicados desde el año 2000 hasta el año 2020; se analizaron y seleccionaron 44 artículos que tuvieron mayor importancia, donde se evaluaron en total setenta y cuatro (74) resinas; de las cuales treinta y siete (37) fueron aplicadas con técnica Bulk Fill y treinta y siete (37) con técnica incremental, ambas técnicas aplicadas con adhesivos de grabado convencional y autograbador. **Resultados:** Al comparar los datos obtenidos las resinas aplicadas con técnica incremental, el 43% presentó mayor microfiltración y 57% presentó menor microfiltración y las aplicadas con técnica Bulk Fill, el 47% arrojaron menor microfiltración y 53% tuvieron mayor microfiltración. Así mismo el tipo de adhesivo y la técnica de aplicación no presenta una diferencia significativa en cuanto al compuesto de resina en la formación de las microfiltraciones. **Conclusión:** Las resinas convencionales generaron menor microfiltración al momento de su aplicación clínica y las resinas de tipo Bulk Fill generaron mayor microfiltración; la técnica de aplicación independiente del tipo de resina a implementar no tuvo diferencia significativa; en cuanto al proceso de adhesión del diente a restaurar, no se encontró diferencia significativa independientemente del adhesivo que se use; se determinó que el adhesivo autograbador debe ser implementado en presencia de tejido dentinario; finalmente se determinó que el adhesivo convencional debe ser implementado en presencia de esmalte.

Palabras claves: Microfiltración, resinas Bulk, resinas convencionales, clase II.

Abstract

Objective: This bibliographic review of literature had as objective to compare microleakage through light cure resins used in the odontologic restorative practice with two adhesive systems.

Materials and methods: 74 articles related with the object of study published since 2000 to 2020 was collected; 44 with the most relevance was analyzed and selected, in which seventy four (74) resins in total was evaluated; of which thirty seven (37) was applied with Bulk Fill technique and thirty seven (37) incremental technique, both applied techniques with adhesive of conventional etching and self-etching. **Results:** When comparing data collected resins applied with incremental technique, 43% presented greater microleakage and 57% less microleakage and those applied with Bulk Fill technique, 47% presented less microleakage and 53% showed greater microleakage. Likewise, type of adhesive and the application technique don't present a meaningful difference in terms of resin composition in forming microleakage. **Conclusion:** Conventional resins generated less microleakage at the clinical application moment and Bulk Fill generated greater microleakage. Independent application technique of the type of resin to implement didn't have a meaningful difference. As for the adhesion process of the teeth to restore, none meaningful difference was founded irrespective to the used adhesive. It was determined that the adhesive self-etching must be implemented in the presence of dentinal tissue; Finally, it was determined that the conventional adhesive must be implemented in presence of dental enamel.

Key words: Microleakage, Bulk resins, conventional resins, class II.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
El Problema	15
Planteamiento del Problema	15
Formulación del Problema	17
Objetivos	18
Objetivo General	18
Objetivos específicos	18
Justificación	18
Revisión Bibliográfica	22
Composición de las Resinas	27
Clasificación de las Resinas	29
Profundidad de Curado	30
Contracción y Estrés de Polimerización	33
Técnicas de Aplicación	35
Técnica Bulk Fill	36
Técnica Incremental	38
Sistemas Adhesivos	39
Sistemas Adhesivos Convencional	44
Sistemas Adhesivos Autograbadores	45

Microfiltración	46
Diseño Metodológico	53
Tipo de Investigación	53
Población de Estudio (Tamaño y Muestra)	53
Población	53
Muestra	53
Criterios de Inclusión y Exclusión	54
Criterios de Inclusión	54
Criterios de Exclusión	55
Variables de Estudio	55
Variable Independiente	55
Variable Dependiente	56
Variable Interviniente	56
Hipótesis	56
Hipótesis Nula	56
Hipótesis alternativa	56
Materiales y Métodos	57
Análisis Estadístico	58
Recursos Disponibles y Presupuesto	58
Recursos Humanos	58
Recursos Electrónicos	58
Recursos Institucional	58
Resultados	60

Los Artículos que Guardan Relación con el Primer Componente	60
Los Artículos que Guardan Relación con el Segundo Componente	67
Los Artículos que Guardan Relación con el Tercer Componente	70
Discusión	74
Conclusiones	85
Recomendaciones	86
Referencias Bibliográficas	87

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Grado de microfiltración	48

Introducción

En los últimos años, los compuestos foto polimerizados se han utilizado ampliamente en odontología restauradora, principalmente debido a que estos compuestos, realzan el aspecto estético y respetan la naturaleza dental. Una de las principales observaciones que se tienen al respecto de las resinas, es que, durante la colocación clínica de las restauraciones compuestas, estas; experimentan una considerable contracción volumétrica del material, la misma es inducida por la densificación por polimerización de la matriz, esto; debido a que la resina está limitada por las paredes de la cavidad, lo que resulta en la generación de un estrés de contracción de polimerización (PS) indeseable (Wang & Chiang 2016a; Cho & et al., 2011).

Gran parte de las pruebas de los compuestos de resina dental están diseñados para asegurar varias propiedades universales o estandarizadas, como la dureza y la resistencia al desgaste o la deformación. Recientemente se han revisado los métodos de prueba apropiados para estas propiedades. Sin embargo, se reconoce que la obtención del nivel máximo de estas propiedades depende del tratamiento y de qué tan bien se manipulen los materiales. Por lo tanto, las características que pueden afectar la manipulación del material, o la llamada "sensibilidad técnica", pueden tener un profundo impacto en las últimas propiedades obtenidas y en el éxito clínico de la restauración. Las características como la adherencia y la resistencia a la depresión son muy importantes para el manejo clínico (Wang & Chiang, 2016a).

Es así como la adaptación marginal es de importancia cuando se refiere a la restauración; la microfiltración es uno de los factores contribuyentes importantes en el fracaso de las

restauraciones de resina compuestas, para lograr restauraciones en resinas exitosas en posterior, es fundamental mantener la integridad marginal en el diente. El sellado marginal de los compuestos de resina involucra varios factores, como lo son principalmente: la configuración de la cavidad, las propiedades físico-mecánicas, viscoelásticas del composite dental, la unión adhesiva, la técnica de restauración y el método de fotocurado. La capacidad de generar un espacio marginal en las restauraciones está estrechamente relacionada con la contracción y el estrés de polimerización del composite dental utilizado en la técnica de restauración dental, lo que se considera uno de los principales inconvenientes de las restauraciones con resinas (Marí & et al., 2019).

Actualmente, en el mercado existen diversas resinas que presentan propiedades muy particulares, se ha realizado estudios en los cuales se han evaluado individualmente dichas propiedades, no obstante, no se ha hecho una comparación para determinar cuál de estas resinas tiene mejores características en el uso de la práctica clínica. Por lo tanto, el propósito de este trabajo es comparar las resinas de fotocurado convencionales y bulk, para evaluar las propiedades asociadas con la técnica de aplicación, adhesión, la reacción de polimerización de los compuestos de resina y el cambio dimensional durante y después del proceso de curado y sus resultados asociados con la microfiltración (Wang & Chiang, 2016b).

Según en este estudio, se adoptan enfoques combinados analíticos y experimentales para investigar las complejas correlaciones entre las microfiltraciones y las respuestas de distintas resinas bajo diversos cumplimientos instrumentales. Pocos estudios han demostrado el comportamiento de las resinas hacia la contracción de polimerización en grandes restauraciones. Por lo tanto, esta revisión sistemática de la literatura, apunta para correlacionar la microfiltración en restauraciones convencionales, analizadas bajo la comparación de resultados entre diferentes

resinas usadas en la práctica odontológica diaria (Almeida & et al., 2017). Consiguientemente, se trabaja desde la hipótesis de la correlación entre microfiltración con dos sistemas adhesivos entre diferentes resinas de la práctica odontológica, basados en literatura científica.

El Problema

Planteamiento del Problema

Con el avance de materiales dentales y técnicas clínicas, los compuestos se han convertido en los materiales más utilizados como restauradores directos para satisfacer la estética de los pacientes, quienes la solicitan para la restauración de caries dentales, fracturas de corona, desgastes dentales y defectos congénitos. Se ha demostrado mediante estudios realizados, que las resinas no reaccionan de igual forma durante su aplicación en el proceso de restauraciones dentales. En ese sentido, se ha comprobado que la tensión de contracción disminuye con un factor creciente; es decir, tiende a aumentar exponencialmente. Lo que implica que el nivel de estrés depende de las dimensiones absolutas de las resinas empleadas; esto según los estudios de Feilzer citado por Fok & Aregawi (2017a).

Sin embargo, un inconveniente importante que presentan las restauraciones de resinas, es la polimerización; que sufren una contracción. Esta situación, provoca que la distancia entre los monómeros se reduzca, dicha contracción de polimerización genera estrés en la restauración dental que se traduce en desunión; siempre y cuando la tensión de contracción supere la fuerza de unión. Esto, a su vez, conduce a una serie de posibles problemas clínicos durante el postoperatorio; como, hipersensibilidad, caries secundaria e inflamación como resultado de la penetración de saliva, bacterias y otras sustancias irritantes a través de la superficie de las encías al estar expuestas (Kim & et al., 2015).

Recientemente, se ha comercializado una nueva clase de compuestos, las denominadas resinas Bulk Fill, las cuales se han desarrollado recientemente como otro grupo de resinas compuestas de baja contracción (citado por Rodrigo & et al., 2019; Vasconcelos & et al, 2019). Mediante esta técnica se logra un fotocurado más profunda en los compuestos de relleno debido a su menor contracción posterior a la aplicación y a la alta reactividad a la polimerización ligera como resultado de una mayor translucidez, la cual, mejora la penetración de la luz y la profundidad de curado, según Leprince & et al.; Van Dijken & Pallesen citado por Rodrigo & et al, (2019).

El problema consiste en que la restauración dental se coloca durante el tratamiento clínico en una cavidad preparada y se someten a su reacción de fraguado *in situ* en las condiciones de temperatura, humedad, etc., que prevalecen en el entorno oral. En este sentido, existen distintas resinas en el mercado que ofrecen resultados variados durante su aplicación y fotocurado, entre ellas se encuentran resinas de tipo convencional y Bulk. Los principales problemas surgen de los fenómenos de contracción de la polimerización, junto con menores efectos de expansión / contracción térmica (Ferracane & et al., 2017).

Aunque actualmente durante el tratamiento clínico, la deflexión de la cúspide, la microfiltración, la falla de la unión, etc., que se ven afectadas principalmente por los esfuerzos orientados axialmente en las superficies unidas por lo que los resultados siempre varían de un compuesto a otro, dependiendo de la resina, viscosidad, práctica odontológica y microllenado (Wang & Chiang, 2016a).

En la actualidad los estudiantes del programa de odontología de la Universidad Antonio Nariño dan uso en la práctica clínica de operatoria a diferentes resinas, entre las cuales se destacan resinas de tipo convencionales, para restauraciones anteriores y resinas de tipo Bulk para

restauraciones posteriores de diferentes materiales de relleno, generando un dilema costo efectividad; por lo tanto el propósito de esta revisión bibliográfica, es determinar la microfiltración que pueden llegar a generar diversos tipos de resinas usadas en la práctica odontológica restaurativa, teniendo en cuenta los sistemas adhesivos a utilizar, como lo son comúnmente usados el adhesivo convencional de grabado total y el adhesivo autograbadador, durante el acondicionamiento del diente para ser restaurado.

Formulación del Problema

Durante los tratamientos de restauraciones dentales, los compuestos de resina se contraen durante el curado, lo que resulta en un estrés por contracción que puede conducir a la desunión, separación y la falla prematura de las restauraciones que contienen dichos materiales. En este sentido, Feilzer citado por Fok & Aregewi, (2017a) desarrolló un concepto para relacionar el nivel de tensión de contracción con la configuración de la cavidad, esto con el fin de establecer una medida del confinamiento de las restauraciones, resultado esto en un factor que define la relación de las superficies unidas a las no unidas de la restauración.

Durante el desarrollo de esta revisión bibliográfica se plantea lo siguiente:

¿Cuál resina de uso en la práctica odontológica restaurativa tendrá menor grado de microfiltración, teniendo en cuenta el sistema adhesivo a utilizar, reportados en la literatura científica?

Objetivos

Objetivo General

Comparar la microfiltración entre resinas de fotocurado usadas en la práctica odontológica restaurativa con dos sistemas adhesivos mediante una revisión bibliográfica.

Objetivos Específicos

Evaluar la microfiltración de los sistemas de resinas de fotocurado convencionales, usando dos sistemas de adhesión: adhesivo convencional (IV generación) y adhesivo autograbadador (V generación), teniendo en cuenta cavidades clase II de Black, basados en la literatura científica.

Evaluar la microfiltración con la resina de fotocurado Bulk fill, usando dos sistemas de adhesión: adhesivo convencional (IV generación) y adhesivo autograbadador (V generación), teniendo en cuenta cavidades clase II de Black, basados en la literatura científica.

Justificación

Los compuestos de resina restauradora se han utilizado en odontología por casi 40 años. Sin embargo, a pesar de los innegables avances tecnológicos introducidos durante las últimas cuatro décadas, la contracción volumétrica que acompaña el crecimiento de la cadena de polimerización de monómeros de dimetacrilato sigue siendo motivo de preocupación. Es por esta razón, que en los últimos años los fabricantes han invertido sus recursos en el desarrollo de restauradores de baja contracción, ejemplos de estos, es la reciente disposición en el mercado de



nuevos materiales para uso clínico, algunos de estos basados en BisGMA, los cuales se tratan de resinas que usan altos niveles de relleno y además no contienen dimetacrilatos de bajo peso molecular; esto, como estrategias para reducir la contracción de polimerización (Cidreira & et al., 2010; Quispe & Limachi, 2018).

La tecnología de resina compuesta ha sufrido importantes desarrollos en las últimas dos décadas, unido a esto, se han creado sistemas que han servido para la evaluación clínica de la duración de las restauraciones y las posibles causas que pudieran alargar o acortar el periodo de vida de las mismas. Sin embargo, hay algunas preocupaciones sobre la sensibilidad del enfoque en la evaluación clínica a corto plazo. En este sentido, en primer lugar, se puede considerar que las evaluaciones brindan información oportuna sobre el rendimiento de las restauraciones, particularmente en aquellas particularmente profundas y puede ser considerado apropiado para materiales recién introducidos. En segundo lugar, puede asegurarse que la pérdida de restauraciones, defectuosa adaptación marginal, presencia de caries secundaria, GAP y microfiltraciones, son algunos de los predictores del fracaso de la resina y la razón para el reemplazo de la restauración en periodos de tiempo relativamente cortos, todos estos factores se clasifican como estrés en la resina (Watts & Alnazzawi, 2014; Quispe & Limachi, 2018).

Sin embargo, uno de los principales inconvenientes que presentan los compuestos dentales es la contracción volumétrica, que influyen principalmente la formación de espacios (GAP) en la interfaz de restauración dental, lo que permite filtraciones dando lugar a el paso de microorganismos y fluidos orales que producen sensibilidad postoperatoria, inflamación de la pulpa y caries secundaria, desalajo de la restauración, así pues, influyen en la longevidad de la restauración (Patel & et al., 2018).

Una de las principales desventajas que presentan las resinas es la contracción por polimerización que conlleva a la formación de microfiltraciones, teniendo en cuenta que una buena adhesión imposibilitaría este fenómeno que juega un papel importante en la falla prematura de las restauraciones (Herrera S. & et al., 2016). La contracción por polimerización genera una tensión en la restauración dental, el cual conlleva a una serie de problemas clínicos como lo son hipersensibilidad posoperatoria, caries secundarias, inflamación pulpar a raíz de la infiltración de la saliva, bacterias y otras sustancias (Han & et al., 2019).

Estudios previos han propuesto diferentes formas de reducir la contracción y el estrés que lo acompaña, a través de técnicas de colocación incremental, el uso de revestimientos absorbentes, el fotocurado de inicio suave y el rediseño de materiales. Debido a esto, se han introducido varios compuestos de resina de baja contracción, UDMA modificado y una gran comparación de masa molecular con Bis-GMA (895 g / mol vs. 512 g / mol) (Watts & Alnazzawi, 2014; Quispe & Limachi, 2018).

La diferencia de materiales y métodos causa frecuentes discrepancias en cuanto a precio de las resinas y consistencia dependiendo de distintos factores, por lo que se hace necesario definir el rendimiento de cada una de estas, estableciendo la relación de fenómenos como las microfiltraciones, señalado este, como la principal causa de daños en las restauraciones y otros aspectos negativos como la formación de GAP (formación de espacios). Lo anterior, a la luz de distintas marcas que por su composición pueden tener diferentes rendimientos en el compuesto final de la resina (Cidreira & et al., 2010; Wang & Chiang, 2016; Doustfateme & et al., 2018).

Es probable que este estado de estrés facilite la formación de brechas o espacios, poniendo en peligro la longevidad de la restauración. Al respecto, debe ser señalado que a pesar de que se

ha identificado en estudios *in Vitro* una relación directa entre el estrés de polimerización y la microfiltración, el efecto nocivo del estrés de polimerización en la longevidad de restauración todavía carece de evidencia clínica (Cidreira et al, 2010; Doustfateme & et al., 2018).

Con el avance que se ha venido presentado a lo largo de los años en cuanto a resinas compuestas y sus respectivas técnicas de aplicación, las resinas compuestas se han convertido en los materiales más utilizados como restauradores estéticos; los cuales durante su aplicación en la clínica odontológica, la restauración se realiza en una cavidad previamente preparada para la aplicación de la resina compuesta, y esta durante su fotocurado sufre cierto grado de contracción por polimerización, lo que conlleva a los principales factores anteriormente expuestos, causales de la pérdida de la duración de la restauración, estética de la misma, y presencia de caries secundaria; cabe tener en cuenta que existen otros factores que influyen en el fracaso de la restauración con resina compuesta como las condiciones de temperatura, humedad, contaminación de la preparación de la cavidad, inadecuada preparación de la cavidad que se presentan en el entorno oral.

En la actualidad los estudiantes del programa de odontología de la Universidad Antonio Nariño dan uso en la práctica clínica de operatoria a diferentes resinas, entre las cuales se destacan resinas de tipo convencionales, para restauraciones anteriores y resinas de tipo Bulk para restauraciones posteriores de diferentes materiales de relleno; durante la revisión sistemática de la literatura se valorarán diferentes resinas usadas en la práctica odontológica restaurativa con el fin de determinar la microfiltración que pueden llegar a generar diversos tipos de resinas teniendo en cuenta el sistema adhesivo a utilizar, sistema adhesivo convencional de grabado ácido total y el sistema adhesivo autograbador durante el acondicionamiento del diente para ser restaurado,

basados en los diferentes estudios analizados durante la revisión bibliográfica (Reis & et al., 2017; Patel et al., 2018).

Revisión Bibliográfica

Los compuestos de resina se desarrollaron e introdujeron comercialmente a finales de la década de 1950 con el fin de restaurar la apariencia y la función de los tejidos dentales biológicos. Los mismos, inicialmente estaban basadas en silicatos, el cual era el material usado hasta esa fecha. Sin embargo, a medida que pasa el tiempo y se realizan nuevas investigaciones se ha reformulado progresivamente técnicas para mejorar sus propiedades mecánicas y físicas, apareciendo compuestos basados en resinas acrílicas, que mejoraban notablemente algunas propiedades de las resinas, sobre todo, en lo relacionado con la apariencia. Aun así, la contracción y la tensión de contracción subsiguiente que se producen durante la polimerización representa un problema a tratar, puesto que, puede conducir a complicaciones clínicas perjudiciales, como dolor postoperatorio, decoloración marginal, caries recurrente, desviación de la cúspide y grietas en el esmalte dental, esto en coherencia con la opinión de Watts & Alnazzawi (2014).

Desde la introducción de los compuestos a base de resina (RBC) por Bowen citado por Kalliecharana & et al., (2016), quien en 1958 diseñó una alternativa a la amalgama dental para las restauraciones dentales; estas, han evolucionado hasta alcanzar niveles estéticos más apropiados. En este sentido, luego de significativas investigaciones y actividades en torno al desarrollo de

resinas; este científico, logro elaborar, inspirado en la restauración estética, un concentrado de amalgama que ofrecía una apariencia similar al diente natural, siendo este uno de los cambios o mejoras más significativas en cuanto a restauraciones dentales que se hubiera introducido hasta esa fecha.

Alnazzawi, (2014) define las resinas como materiales compuestos desarrollado e introducido en el mercado a finales de 1950 para restaurar la apariencia y función de tejidos dentales biológicos que han sido progresivamente afectados por el paso del tiempo o por enfermedades de origen dental. Esto, con el fin de para mejorar mecánica y físicamente las propiedades de la pieza dental natural. Existen un número cada vez en aumento de resinas, su valor y apreciación viene dado por sus propiedades, una de las más importantes; es la contracción en el proceso de aplicación y polimerización, además de la subsiguiente contracción de estrés que se producen por el paso del tiempo. Como todo producto, posee ventajas y desventajas, que van desde conducir a complicaciones clínicas, tales como; dolor postoperatorio a decoloración marginal, caries recurrentes, deflexión cúspidea y microfisuras en el esmalte dental. (Watts & Alnazzawi, 2014; Quispe & Limachi, 2018).

Adicionalmente una de las principales falencias de las resinas y que es motivo de estudio actualmente, es la contracción por estrés; este, se da como resultado de la contracción del material con la unión de las paredes de la cavidad, esto ocurre normalmente durante la primera etapa de la polimerización. Sin embargo, luego del período inicial, el material se vuelve rígido e incapaz de deformarse fácilmente y las resinas comienzan una etapa de tensión, en el cual, a medida que la tensión comienza a aumentar, las propiedades del material, geometría, límite y condiciones se

ajustan, determinando el valor del esfuerzo resultante y la calidad efectiva de la restauración y la resina. (Han & et al., 2019; El-Eraky & et al., 2014).

Posterior a la amalgama elaborada por Bowen en 1958, siguieron los compuestos de resina, desarrollados con el fin de mejorar el acoplamiento entre la matriz de la resina y el relleno de la restauración. Estas, se utilizan cada vez más para las restauraciones dentales debido a su aspecto superior similar a los dientes naturales y a sus propiedades mecánicas mejoradas. Sin embargo, estos materiales poliméricos se contraen perdiendo volumen durante la polimerización, resultando en la aparición de nuevos problemas también relacionados con la estética, pero no directamente con la similitud al diente natural; sino, con la duración en el tiempo de las restauraciones dentales y su desgaste (Aregawi & Fok 2017b; Almeida & et al., 2017).

Partiendo de lo anterior, se ha realizado un avance significativo en materia de resinas; sus compuestos y sus propiedades, los ejemplos de estas investigaciones orientadas a mejorar los efectos de las propiedades del material, se han centrado en mejorar aspectos como la deformación por contracción y la magnitud del estrés por contracción generado por las resinas. Este proceso, ha dado paso a las resinas compuestas (Aregawi & Fok, 2017b).

Los compuestos de resina de relleno en Bulk Fill ofrecen mayor translucidez, permitiendo una mayor disipación de luz a través del material; así una mejor incorporación de fotoiniciadores reactivos, lo cual permiten una mayor profundidad de curado e incluyen monómeros que al actuar como moduladores de la reacción de polimerización, logran una baja contracción de polimerización (Veloso & et al., 2018).

Los compuestos de resinas Bulk-Fill se ha introducido en el mercado con el fin de simplificar el procedimiento al momento de la incorporación de material resinoso en la cavidad y

su polimerización, de este modo se podrían usar como un único material de relleno. Las resinas compuestas Bulk-Fill se pueden incorporar a la cavidad en capas gruesas debido a la baja contracción y al alto contenido de relleno en su matriz, lo que hace que las tensiones de contracción sean muy bajas (Patel & et al.,2018).

La odontología restauradora ha tenido grandes avances, gracias al constante desarrollo de nuevos materiales y técnicas de adhesión. Hoy en día los principios de la adhesión dentinaria se basan en los estudios realizados por Nakabayashi en 1982, donde nombra y describe la llamada Capa Híbrida, que es formada por la infiltración de los monómeros presentes en la resina de los sistemas adhesivos dentro de las porosidades, dejadas por el grabado ácido en la superficie de esmalte y dentina, de modo que la resina infiltrada se sitúa entre las redes de colágeno, logrando generar una unión estructural similar a la interfase que existe entre la unión amelodentinaria, por lo tanto, la formación de la capa híbrida tiene un rol fundamental en la calidad de la adhesión y en los procedimientos adhesivos en odontología restauradora. (Herrera, 2005).

En ese mismo orden de ideas, otros estudios han estado orientados a mejorar los principios de la mecánica estructural en los compuestos; de acuerdo con estos principios, las respuestas mecánicas como la deformación durante el fotocurado del compuesto dental, la tensión y el fallo de una estructura dependen de tres elementos, que son los siguientes: Factores geométricos, propiedades del material y condiciones de carga / límite. En el caso de la generación de tensión por contracción, los factores geométricos incluyen el tamaño y la forma de la restauración; las propiedades del material incluyen la elasticidad del compuesto, expresada por el módulo de Young (este módulo genera un factor de predicción que hace posible medir la elasticidad presente en un compuesto, por lo tanto, permite inferir sobre la posible deformación, contracción y formación de

GAP (formación de espacios) de una estructura dental a partir del compuesto resinoso que se emplee para el tratamiento) y la deformación por contracción; finalmente, las condiciones de carga / límite son proporcionadas por las restricciones circundantes en lo relativo a la medición del estrés resultante en los tejidos dentales restantes. Si no se considera ninguno de estos tres elementos, se producirá una comprensión incompleta o inclusive imprecisa del problema de la longevidad del material restaurador resinoso (Aregawi & Fok, 2017b).

Siguiendo con el avance de los compuestos de resinas, en los últimos años las mejoras han estado dirigidas a investigar el efecto combinado entre el uso de los diferentes instrumentos, las propiedades mecánicas del material y las dimensiones del espécimen sobre el valor máximo de tensión de contracción que puede generarse. Recientemente, se han desarrollado monómeros novedosos, mezclas de monómeros y nanotecnología de relleno, con fotoiniciadores, que han mejorado la transparencia de las resinas a la luz azul, el cual permite la colocación de resinas de hasta 4 mm de espesor. A pesar de tales mejoras, durante un período de 50 años, la propiedad fundamental de la deformación por contracción en el fotocurado y sus enlaces sobre la viabilidad de la restauración permanece. Aun así, estas mejoras en las resinas y en el proceso de fotocurado han dado como resultado, el desarrollado de novedosos compuestos de resina que se han centrado en disminuir las microfiltraciones y las apariciones de formación de espacios, que son los últimos problemas en los que se han centrado las investigaciones a fin de mejorar y perfeccionar las restauraciones (Kalliecharana & et al, 2016).

Actualmente, en la práctica clínica odontológica obtener un adecuado contacto proximal es un desafío en las restauraciones de resina compuesta, en las que cabe resaltar las restauraciones Clase II; ya que este tipo de cajuelas proximales se ven afectadas por el tipo de diente que se esté

restaurando, la ubicación del diente, la posición del paciente, la masticación y las diferentes técnicas implementadas en los procedimientos de restauración. Hay que entender la anatomía significativa del contacto proximal en la dentición y la importancia de reproducir su adecuada forma y rigidez natural durante el procedimiento de la restauración dental. El papel del contacto proximal en la protección del periodonto contra el daño del mismo es un factor crucial, ya que los contactos proximales sueltos predisponen a la microfiltración, pérdida de la restauración, impactación de alimentos, lesiones cariosas, complicaciones periodontales y migración dental, etc. (El-Shamy & et al.,2019).

Composición de las Resinas

Son distintos los componentes básicos estructurales de las resinas compuestas. En este sentido, a lo largo de los años se han desarrollado diferentes técnicas y compuestos con diferentes estructuras y composiciones, sin embargo, aún es posible determinar ciertas bases estandarizadas de composición de las resinas, de acuerdo a las afirmaciones de Kaisarly & Gezawi, (2016) una resina se compone de matriz orgánica de cadenas poliméricas, agentes de enlace, partículas de carga inorgánicas y un agente de acoplamiento. Además, de una serie de sistemas iniciador-activador que son incorporados para que tenga lugar la reacción de polimerización.

Generalmente, las resinas están compuestas de las siguientes partes:

Matriz. Hace referencia al material de resina plástica que forma una fase continua, la matriz de resina, por lo tanto, posee propiedades físicas a Bulk Fill del material que se aproxima a las propiedades del sistema de material de carga que conducirán a un mayor módulo elástico. Es

importante señalar, que la tensión de polimerización dependerá del módulo elástico. Muchos estudios han encontrado que la rigidez del material tiene un efecto sobre la tensión producida como resultado de la polimerización. Además, se encontró que el módulo elástico se relaciona negativamente con la cepa de polimerización Bis-GMA, UDMA, BIS-EMA (Sunbul & et al, 2016).

Relleno. El relleno, hace referencia a fibras de refuerzo que forman una fase dispersa del compuesto, el contenido de relleno y la composición de la matriz de resina puede influir grandemente en la contracción, módulo de elasticidad y la tensión de contracción de polimerización. En tal sentido, si el relleno de contenido aumenta, la tensión de contracción por lo general disminuye y el módulo elástico aumenta. En los últimos años se viene trabajando con nanopartículas de relleno o micro-híbridos, que implica rellenos compuestos con distintos tamaños de microparticulas (BFF, EFQ, FTF) (Han & et al., 2019).

Agente de conexión. O silanos, se trata del agente de unión o acoplamiento entre el relleno y la matriz, Esto significa que se relaciona con el módulo elástico y los materiales de carga o relleno, que están parcialmente funcionados por silanos y puede actuar como un calmante para la tensión de contracción (Han & et al., 2019).

Sistema activador. Se trata del iniciador de polimerización, por lo general un sistema iniciador, consiste en luz visible consistente en 0,2 en peso % (Con respecto a las resinas) y 0,8 del peso total del compuesto (Wang & Chiang, 2016a).

Pigmentación. Consiste en la capacidad de los compuestos para obtener el color semejante al diente natural (Wang & Chiang, 2016a).

Inhibidores. Son los encargados de alargar el proceso de polimerización, con la finalidad de aumentar el concentrado de la resina (Wang & Chiang, 2016a).

Clasificación de las Resinas

Hay distintas formas de clasificar las resinas; la forma más común; es por sus propiedades, tanto por su composición, como por el tipo de relleno inorgánico que utiliza. En ese sentido, los autores Leprince & et al. (2014), afirman que los compuestos de resina dental están diseñados para asegurar varias propiedades universales o estandarizadas, como la resistencia, la dureza y la resistencia al desgaste o la deformación. Recientemente se han revisado los métodos de prueba apropiados para estas propiedades importantes. Sin embargo, se reconoce que la obtención del nivel máximo de estas propiedades depende del odontólogo y de qué tan bien manipulen los materiales. Por lo tanto, las características que pueden afectar la manipulación del material, o la llamada "sensibilidad técnica", pueden tener un profundo impacto en las últimas propiedades obtenidas y en el éxito clínico de la restauración de compuestos de resina.

Las características como la adherencia y la resistencia a la formación de GAP son muy importantes para el manejo clínico. Es más probable que otras propiedades, como la porosidad y la viscosidad, tengan pruebas estándar, pero solo pueden considerarse como medidas sustitutivas imperfectas que impiden la característica de manejo en cuestión. Congruentemente, algunas características de manejo, como la adherencia, pueden tener un impacto en otras propiedades mejor definidas, como la porosidad. Adicionalmente, según el tipo de material inorgánico y el tamaño de las partículas que los componen, las resinas se clasifican en macro rellenos; que son aquellas

resinas de mayor volumen, las de microrellenos que tienen un volumen de partículas más pequeños, también están las resinas híbridas; que son una mezcla de partículas de volúmenes grandes y pequeños. Finalmente, y en tiempos modernos, se usa el nanorelleno; este, se trata de resinas con un poder de concentrado muy amplio en el que las partículas que las componen se miden en nanomilímetros. (Welter & et al., 2018).

Los compuestos resinosos Bulk Fill se introdujeron en el ámbito clínico odontológico con el fin de reducir el tiempo en el proceso de restauración, sin embargo el uso clínico de compuestos resinosos con técnica Bulk Fill presenta ciertas contradicciones; los compuestos resinosos convencionales deben colocarse en incrementos de no más gruesos de 2mm para una adecuada fotopolimerización con la luz de curado en la parte inferior de compuesto resinoso en la cavidad de restauración, así también para optimizar la unión de la superficie en cada incremento y reducir el estrés de contracción . (Corral, Vildósola, Bersezio, Alves & Fernández, 2015; Welter, et al., 2018).

Profundidad de Curado

Hace más de 30 años que el sistema de fotocurado fue de gran uso en el mercado, en cuanto a las resinas dentales, ya que las de luz ultravioleta fueron las primeras lámparas empleadas, más adelante fueron sustituidas por fuentes de luz visible de un espectro entre los 200 a 400 nm (nanómetros de longitud de onda). Así mismo estas fuentes de luz que son llamadas halógenas están compuestas por un foco de luz luminoso de cuarzo- tungsteno, la cual emite una luz blanca que gracias a un conductor de fibra óptica es transformada en luz azul, que tiene la capacidad de

estimular a la sustancia fotoiniciadora (fotopropagadora) contenida en la resina compuesta en aproximadamente un 0.25%. Actualmente, las lámparas de fotocurado que existen en el mercado son clasificadas en función de la fuente lumínica que poseen, donde se derivan cuatro grupos principales, como lo son las lámparas halógenas del tipo incandescente, donde su espectro de emisión es de 360- 500 nm con un pico energético a los 460 nm, y con densidades de potencia de luz desde los 400 mW/cm² hasta los 800 mW/cm², también se destacan las lámparas de Plasma (de arco, xenón) que emiten luz mediante una descarga eléctrica en forma de arco voltaico entre dos electrones de tungsteno, la luz generada resulta de alta potencia de 1400 a 2700 mW/cm²). (Nevárez & et al., 2010).

Hoy en día en la odontología restauradora se utilizan los compuestos fotopolimerizables; la polimerización representa una reacción química iniciada por un rayo de luz que causa la conversión de monómeros en polímeros, activando las moléculas (alcanforquinona, lucerina, fenilpropanodiona) a su debida proximidad, creando así, la contracción por polimerización afectando la integridad de la restauración, es bien sabido que numerosos factores influyen en la contracción, algunos de estos son: la composición química, el sistema de polimerización, el módulo de elasticidad de los materiales de restauración, el factor de configuración de cavidad .Así mismo la polimerización depende del tamaño de las partículas inorgánicas del material restaurador, su composición, color y transparencia, a su vez de la intensidad de luz, duración de la iluminación, exposición, así como de la composición del monómero y la concentración del iniciador de polimerización; cuando la luz pasa a través de la restauración, la fuerza disminuye significativamente, lo que reduce la eficiencia de polimerización y limita la profundidad de adhesión (Dačić & et al. 2016; Weig & et al., 2014).

Así pues la mayoría de los materiales adhesivos que se encuentran en el mercado hoy contienen fotoiniciadores que requieren la absorción de radiación óptica en el rango de longitud de onda 350- 500 nm para lograr configurar, de tal forma las lámparas de polimerización basadas en emisores de luz diodos (LED) son las fuentes de luz más utilizadas, así mismo el pico de emisión de estas luces LED dentales está en el rango azul / azul- verde (430-490 nm), y algunos luces de curado emiten un segundo pico alrededor de 400 nm, es decir, en la transición entre ultravioleta (UV) y radiación visible, no obstante tanto en la radiación ultravioleta como en la visible se pueden inducir peligros biológicos, es importante tener en cuenta que la unidad de irradiancia es el vatio (W) por metro cuadrado (m^2), expresado frecuentemente como milivatios por centímetro cuadrado (mW / cm^2), por otro lado la cantidad de exposición radiante, expresada popularmente como "dosis de luz" o "producción de energía", es el producto de la irradiancia y el tiempo de exposición (curado) con la unidad (mili) julios por m^2 (cm^2), (m) J / cm^2), por esta razón la radiante exposición requerida depende de las características del material, donde la irradiancia recomendada por educadores instituciones y fabricantes de lámparas de polimerización y materiales de restauración pueden variar de aproximadamente $300 mW / cm^2$ a más de $2000 mW / cm^2$, con los correspondientes tiempos de curado recomendados en el rango 100 sa<5s, puesto que la decisión sobre la duración del tiempo de curado requiere el conocimiento del nivel de irradiancia. (Kopperud & et al., 2017).

Una de las desventajas más relevantes de las Resinas Compuestas fotopolimerizables es su limitada profundidad de fotocurado con la posibilidad de que se presente una deficiente conversión de monómero en el fondo de la preparación cavitaria es decir una polimerización de la resina

insuficiente, lo cual podría conllevar aun desadaptación de la resina compuesta, deficientes propiedades mecánicas y estéticas (Corral & et al., 2015).

Se ha demostrado que la magnitud del estrés generado depende de una combinación de propiedades del material y las características de la cavidad preparada. En particular, la composición del compuesto resinoso, el volumen de la restauración, la técnica restaurativa y el cumplimiento del sustrato de unión, es decir el adhesivo, se han identificado como factores contribuyentes. El factor C es la relación de la superficie unida al área de la no unida, siendo esto reportado por varios investigadores que el aumento en el factor C es asociado con una disminución progresiva del vínculo fuerza y un posible efecto nocivo esta dado sobre integridad marginal (El-Damany & Platt, 2014).

Contracción y Estrés de Polimerización

A pesar de las enormes mejoras en materia de resinas y de la minimización de los problemas relacionados con estas, en cuanto a apariencia y duración, aún persisten dificultades en otros niveles, como por ejemplo en referencia a la contracción volumétrica de la polimerización de polímeros VPS (por sus siglas en inglés) (Sampaio & et al, 2019).

El VPS, es una característica inevitable generada durante la polimerización debido a la reducción de la distancia entre las moléculas de monómero como resultado de enlaces covalentes cortos, reduciendo el volumen libre total dentro de la estructura del monómero y produciendo moléculas de polímero densamente empaquetadas. Dependiendo de la magnitud del VPS, se pueden generar tensiones de contracción, que pueden afectar la interfaz adhesiva entre el diente y

la restauración. Debido a esto, cuando la tensión generada excede la fuerza de la unión entre el adhesivo y el diente, se pueden formar espacios de interfaz o GAP (Sampaio & et al, 2019).

La reacción de polimerización que se presenta en las resinas compuestas genera el desarrollo de contracción y estrés de polimerización en el material resinoso, la magnitud del estrés es mediado por la rigidez de la Resina Compuesta, su capacidad de liberación de este y su tasa de fotocurado. La contracción de polimerización puede conllevar a provocar diversos problemas en la longevidad de la restauración como deflexión cuspídea, fractura dentaria y microfiltración o reducción de las propiedades mecánicas del material resinoso. Generando así sensibilidad posoperatoria, tinciones marginales, con la consecuente colonización bacteriana y formación de caries secundaria en la restauración. Con la finalidad de disminuir los efectos de la contracción de polimerización en los compuestos resinosos se han incorporado diversas soluciones como modificaciones químicas en la matriz de las resinas, desarrollo de nuevas técnicas en su aplicación clínica, materiales adhesivos y evolución en las lámparas de fotocurado (Corral & et al., 2015; Pacheco & et al., 2015; Patel & et al., 2018).

Se ha demostrado previamente que la contracción de la polimerización también desempeña un papel en el desarrollo del estrés y en los márgenes de la cavidad de la restauración. Además, la formación de espacios y la contracción de la polimerización volumétrica que conducen a una ruptura del margen de restauración, asociada con factores del paciente, como la biopelícula cariogénica, puede provocar el fracaso del tratamiento en algunos casos. Por lo tanto, su detección y evaluación son importantes desde el punto de vista investigativo (Sampaio & et al., 2019)

El desafío clínico de lograr un contacto proximal o un buen selle marginal entre la interfase diente y material restaurativo adecuado con un compuesto de resina, se ve afectado durante el

procedimiento de adecuación del mismo por diversos factores en los que se ha atribuido la contracción de polimerización, la ausencia de condensabilidad de los materiales compuestos de resina, el grosor de la banda de la matriz, etc. Se han propuesto varias técnicas e instrumentos para crear contactos proximales más apretados y anatómicos, así pues, lograr tener un adecuado contacto proximal. Hoy en día varios estudios han investigado el efecto de diferentes, la consistencia del compuesto de resina, la contracción volumétrica de diferentes materiales compuestos resinosos y la intensidad de fotopolimerización de la resina, para así lograr un adecuado selle marginal en diversos contactos proximales (Han & et al., 2016; El-Shamy & et al.,2019).

Técnicas de Aplicación

Actualmente para contrarrestar los principales inconvenientes que llegan a presentar las resinas al momento de su manipulación clínica en el fotocurado, se han implementado varias técnicas para minimizar la contracción de polimerización en compuestos dentales. Estos incluyen la ampliación de la resina en la cavidad de manera incremental y el aumento del contenido de relleno en la composición del material restaurador. Teniendo en cuenta que la técnica de aplicación de una restauración en resina compuesta, se torna compleja cuando nos referimos a su preparación cavitaria, debiendo ser considerada en utilización mediante una técnica incremental. Esta técnica se emplea por dos razones importantes, primero debido a que la profundidad del fotocurado de los materiales que componen a la resina es limitada, impidiendo la total polimerización de incrementos mayores, y segundo debido a que se procura controlar los efectos

de la contracción de la resina al producirse la reacción de polimerización al momento del fotocurado del material compuesto, de esta manera, se ha considerado la aplicación de la resina compuesta en incrementos de hasta 2 mm. Del mismo modo, en caso de preparaciones profundas o extensas, se deben aplicar varias capas del material de resina compuesta, siendo así una técnica de aplicación de la resina que consume tiempo al odontólogo, y también implica ciertas desventajas como la integración de burbujas de aire o contaminación entre capas al momento de su utilización clínica (Corral & et al., 2015; Patel & et al., 2018).

Técnica Bulk Fill

La mejora tecnológica de los materiales restauradores y adhesivos han permitido el uso generalizado de compuestos dentales a base de resina por parte de los profesionales, que ha permitido técnicas distintas de aplicación de las resinas, motivadas por cambios importantes en el relleno de refuerzo que ha sido deliberadamente reducido en tamaño para producir materiales que son más fácil de manipular y que permiten un mejor pulido, sumado a que además han demostrado una mayor resistencia al desgaste (Rodrigo & et al., 2019; Vasconcelos & et al., 2019).

Recientemente, se ha comercializado una nueva clase de compuestos, las denominadas resinas Bulk Fill, las cuales se han desarrollado recientemente como otro grupo de resinas compuestas de baja contracción, que permiten la inserción de un incremento individual de 4 a 5 mm según (citado por Rodrigo, et al, 2019; Vasconcelos, et al, 2019.). Mediante esta técnica se logra una cura más profunda en los compuestos de relleno debido a su menor contracción posterior al gel y a la alta reactividad a la polimerización ligera como resultado de una mayor translucidez,

la cual, mejora la penetración de la luz y la profundidad de curado, según Leprince et al; van Dijken & Pallesen citado por Rodrigo & et al, (2019).

Según Leprince & et al; Van Dijken & Pallesen, citado por Rodrigo & et al, (2019), los compuestos de Bulk Fill han sido populares entre los odontólogos debido a sus ventajas en comparación con los compuestos convencionales como el control de la tensión por contracción de polimerización, lo cual reduce el número de capas compuestas, acortando el tiempo de trabajo. Sin embargo, aunque la técnica del uso del Bulk Fill es ampliamente aceptada, difundida y estudiada, el conocimiento del comportamiento biomecánico en el adhesivo / compuesto y su efecto sobre la matriz no ha sido completamente aclarado, representando esto último una de las desventajas científicas de la técnica (Rodrigo & et al, 2019).

Las resinas tipo Bulk-Fill puede fotopolimerizarse en un solo incremento y así agilizar el trabajo del odontólogo, al reducir el número de pasos clínicos. Por lo tanto, se puede utilizar en pacientes pediátricos como un procedimiento que requiere menos tiempo, lo que aumenta el nivel de cooperación del paciente (Patel & et al., 2018).

En la actualidad se han desarrollado técnicas para simplificar los pasos clínicos al momento de restaurar un diente, es decir, en un intento por sinterizar la técnica incremental, se ha introducido una nueva generación de resinas compuestas en el mercado de los composites dentales, conocidas como "resinas de relleno Bulk-Fill" o relleno en bloque. Con estas resinas monobloque, la restauración puede colocarse en un solo incremento o con dos incrementos dependiendo de la profundidad o extensión de la cavidad; aumentado así la longevidad de la restauración y minimizando el riesgo de desalajo de la misma, por las diversas desventajas que se podrían

presentar al momento de la fotopolimerización del material dental, entre las cuales se podría nombrar las filtraciones marginales (Marí & et al., 2019; Benetti & et al., 2015).

Debido a este problema, en el que no se garantiza una correlación entre estas propiedades básicas y el rendimiento clínico de los materiales la recomendación basada en el uso clínico de los materiales de Bulk Fill requiere de estudios clínicos bien diseñados durante mucho tiempo, significando esto que la técnica se situó aun un nivel estrictamente experimental (Hayashia & et al, 2019).

Técnica Incremental

La técnica incremental se aplicó a la utilización clínica por parte del odontólogo como una de las estrategias para reducir estos efectos o desventajas de contracción, la cual intenta reducir el factor C de una preparación cavitaria (factor C: relación entre superficies adheridas/superficies no adheridas en una restauración). La Técnica consiste en su aplicación de pequeñas capas de incrementos del compuesto resinoso que reduciría en cierto modo el factor C, liberando así la contracción generada al momento del fotocurado del material resinoso (Corral & et al., 2015; Soares & et al., 2017).

La técnica incremental, en la cual se incorporan 2 mm de material resinoso convencional en la cavidad, son ampliamente recomendados para las restauraciones en los dientes del sector posteriores, pero a su vez es una actividad que al momento de la práctica clínica del operador consume mucho tiempo. Por otra parte, Cuando se llenan cavidades o caries extensas en los dientes

posteriores, podría implicar el riesgo de incorporar burbujas de aire o contaminantes entre los incrementos (Patel & et al., 2018; Van & et al, 2017).

Sistemas Adhesivos

El surgimiento y desarrollo de los sistemas adhesivos modificaron completamente la práctica de la Odontología. Dichos avances científicos no sólo alteraron los conceptos de preparación cavitaria, sino también posibilitó la mayor preservación de la estructura dentaria remanente sano, siendo ésta la más significativa posibilitada por el uso de este material. El primer gran impulso para la era adhesiva fue dado a partir del surgimiento del grabado ácido en esmalte propuesto por Buonocore en 1955. Esta técnica contribuyó para mejorar el sellado marginal de restauraciones de resina compuesta con márgenes localizados en esmalte. El éxito de la técnica adhesiva a dentina llevó más tiempo para consolidarse, debido a las diferencias morfo y fisiológicas de la dentina en relación al esmalte. Es así como su uso actualmente es esencial y seguro en el ejercicio de abordajes, tanto restauradoras, como preventivas (Varella & et al., 2002; Da Silva & et al., 2019).

La amplia demanda de sistemas adhesivos ha impulsado una rápida evolución, logrando disminuir los pasos operatorios, los que se traduce en la disminución del tiempo clínico. Actualmente en el mercado nacional es posible encontrar una gran variedad de sistemas adhesivos, los cuales pueden ser clasificados en sistemas adhesivos según tipo de grabado: de grabado y lavado y autograbante y generaciones según su cronología de aparición en el mercado, siendo los

adhesivos de cuarta, quinta y sexta generación los más utilizados hoy en día. (Herrera, 2005; Liao & Huang, 2016).

En cuanto a la clasificación histórica de los sistemas adhesivos, se puede decir que son clasificados por el orden en el que han ido apareciendo en el mercado de 1º a 7º generación. A partir de la cuarta generación estos sistemas empiezan a adquirir un mejor funcionamiento. En la primera generación se adicionó un monómero activador superficial, conocido como metacrilato glicidilfenilglicina-N, a la resina BIS-GMA, para facilitar la quelación del calcio superficial y se encontró que éste sistema tenía pobre adhesión (3 Mpa); posteriormente en la segunda generación se encuentra que la mayoría de éstos materiales fueron esteres halofosforados de resina sin relleno, tales como Bisfenol A-glicidil Metacrilato (BISGMA) o Hidroxietil Metacrilato (HEMA), donde el promedio de la fuerza de adhesión de estos materiales es de 2 a 7 Mpa, más adelante en la tercera generación se introdujo el acondicionamiento dentinario mediante un primer previamente a la colocación del agente adhesivo que remueve el barro dentinario, donde la fuerza de adhesión a dentina está entre 9 y 18 Mpa; a continuación en la cuarta generación se transforma la odontología gracias a la alta fuerza de unión a la dentina, entre 17 y 25 Mpa y la disminución de la sensibilidad postoperatoria, es así como en la quinta generación, éstos materiales se adhieren al esmalte, dentina, cerámica y metales, pero lo más importante es que se caracterizan por tener en un solo frasco el primer y adhesivo; la fuerza de retención a la dentina está en el rango de 20 a 25 Mpa. En la sexta generación, también llamados sistemas adhesivos autograbadores, éstos incorporan una resina ácida que al ser aplicada sobre el substrato dental disuelven el barro dentinario y crea un pequeño frente de desmineralización. Finalmente, en la séptima generación, se presentan todos los componentes necesarios para la adhesión en una sola botella, de esta forma tanto los adhesivos de

sexta como los de séptima generación ofrecen autograbado y el autoiniciado para los odontólogos que buscan procedimientos perfeccionados, con baja reacción a variaciones en la técnica y poca o ninguna sensibilidad post operatoria (Herrera, 2005; Pfeifer, 2017).

En la actualidad la odontología restauradora ha mostrado un gran avance científico y tecnológico no solo en compuestos resinosos, sino también en sus sistemas adhesivos, conservando siempre el concepto de odontología mínimamente invasiva; no obstante la duración de una resina en boca no solo depende de los excelentes compuestos de la misma, sino de un buen proceso adhesivo durante su manipulación clínica; la contracción por polimerización es uno de los principales inconvenientes que presentan las restauraciones con resina, lo que conlleva a la posible filtración en la restauración por daño en la integridad marginal, por lo que es indispensable realizar una correcta adhesión entre material de relleno y las paredes del diente que conforman la restauración, entrando aquí la acción de los adhesivos que consiste en anular o disminuir las tensiones ocurridas durante el proceso de polimerización de la resinas evitando que se produzca daño en la integridad marginal de la restauración, para llevar a cabo un resultado eficaz por parte de los adhesivos (Bader & Ibañez, 2014; Ramos & et al., 2015; Abdelaziz & Saleh, 2018).

Los sistemas adhesivo dentales se pueden clasificar en dos categorías principales de acuerdo con sus diferentes técnicas de unión a los sustratos dentales: primero encontramos los sistemas de grabado y enjuague, y segundo encontramos los sistemas adhesivos de autograbado. El sistema adhesivo de grabado y enjuague implica la aplicación previa de ácido fosfórico, que, en el esmalte, produce un grabado profundo, el cual es rico en hidroxiapatita y, en la dentina, la cual la desmineraliza hasta una profundidad de unos pocos micrómetros para exponer una malla de colágeno privado de hidroxiapatita; este primer sistema de adhesivo está disponibles para su uso

en tres pasos (grabado ácido, imprimación y adhesivo) o en dos pasos (imprimación y adhesivo unidos en un solo material). Para los sistemas adhesivos de autograbado, la formación de capas híbridas se basa en la desmineralización de la dentina superficial por ácidos inorgánicos, lo que expone las fibrillas de colágeno que luego son infiltradas por monómeros hidrofílicos (Oliveira & et al., 2015; Almosa & et al., 2019).

Los adhesivos de grabado y enjuague siguen siendo el estándar de elección en la práctica clínica por el profesional para llegar a la adhesión dental y es el más antiguo de los adhesivos comercializados; la tendencia actual en la práctica e investigación clínica es el uso y desarrollo del sistema adhesivo de autograbado, simplificado materiales y pasos al momento de la preparación del sustrato dental para la aplicación de la resina en boca, es decir la manipulación del sistema adhesivo autograbador consta con un adhesivo con todos los componentes (grabador, imprimación y adhesivo) incorporados en un solo material dental. Por lo tanto, estos adhesivos son fáciles de usar en la práctica clínica diaria, es así como tienen un procedimiento de aplicación más rápido y son menos susceptibles a los diferentes inconvenientes que se puedan presentar durante el acondicionamiento de la superficie dental. Cabe resaltar que independientemente del sistema adhesivo que el operador clínico desee utilizar en el acondicionamiento del sustrato dental, se puede lograr una unión adecuada a la dentina con adhesivos de grabado y enjuague o autograbado; sin embargo, en el esmalte, el enfoque de grabado y enjuague con ácido fosfórico sigue siendo la opción preferida en la práctica clínica. Esta nueva familia de adhesivos autograbadores se conoce como sistema adhesivo "universal" o "multimodo" y representa la última generación de adhesivos en el mercado odontológico; están diseñados estructurados bajo el concepto " todo en uno ",

incorporan la versatilidad de ser adaptables a la situación clínica. (Oliveira & et al., 2015; Almosa & et al., 2019).

Los sistemas de unión adhesiva son uno de los materiales más experimentados y estudiados en odontología, puesto que se ha generado la tendencia moderna de simplificar los pasos clínicos y el ahorro de tiempo operativo, durante el proceso de adhesión se debe tener en cuenta la preparación del tejido de dentina y esmalte sobre el cual se ira a trabajar el compuesto resinoso, este debe contar con algunas características que intervienen en la adhesión, donde se destacan productos como los primeros de autograbado ácido, que simultáneamente graban y disuelven la superficie de la dentina preparada (Barcellos & et al., 2011; Ramos & et al., 2015; Lassila & et al., 2020).

La dentina se compone de un mineral de fosfato de calcio, el cual se se dispone en pequeños cristales de hidroxiapatita carbonatada con dimensiones de 36 nm x 25 nm x 4 nm, y por una fase orgánica cuyo principal componente es el colágeno tipo I en un 90%, que se orienta en forma de malla. En su estructura cuenta igualmente con pequeñas cantidades de otros tipos de colágeno (IV, V y VI) y otros componentes como proteínas no colágenas fosforiladas y no fosforiladas, proteoglicanos, mucopolisacáridos y lípidos (Ramos & et al., 2015).

Dentro de las características de la estructura dentinal, encontramos los túbulos dentinales; estos dependen de su ubicación dentro de la pieza dentaria y de su distancia desde el tejido pulpar al tejido del esmalte, generalmente los túbulos dentinales cuentan con un diámetro desde 1 a 2,5 μm , diferentes estudios hablan de la dentina peritubular que rodea a cada túbulo dentinal, la cual cuenta con un espesor de 0,5 a 1 μm y cuya constitución principal es una malla de colágeno fibrilar. (Ramos & et al., 2015; Lassila & et al., 2020).

Es importante resaltar que cuando la restauración es realizada en presencia de dentina es más compleja principalmente por la profundidad de la cavidad, la amplitud y dirección de los túbulos dentinarios, el contenido orgánico y agua, a su vez también se hace compleja ya que en el momento de la conformación de la cavidad queda como resultante una capa adosada a las superficies de smear layer o barro dentinario, la cual debe ser disuelta, teniendo en cuenta lo anterior y partiendo de ello en la actualidad se encuentran diversos sistemas adhesivos los cuales necesitaran de un agente acondicionador que elimine el barro dentinario siendo este el correspondiente a la técnica de hibridación por grabado ácido de dentina generalmente con ácido fosfórico el cual además de abrir los túbulos dentinarios y desmineralizar, disuelve y remueve el smear layer, facilitando la impregnación del adhesivo en los túbulos dentinales y en el colágeno desmineralizado, logrando una buena adhesión en la interfase compuesto resinoso / tejido dentario; por otra parte, también se cuenta con los sistemas adhesivos que hacen del smear layer una parte de la articulación adhesiva, siendo esta la técnica de reacción-integración siendo este tipo de adhesivo de sistema auto condicionante (Bader & Ibañez, 2014; Ramos & et al., 2015; Abdelaziz & Saleh, 2018).

Sistema Adhesivo Convencional

El mecanismo de acción de este tipo de adhesivos depende principalmente del grabado ácido para modificar las condiciones del sustrato dental y posterior a ello llevar a cabo la aplicación del adhesivo convencional, que contiene monómeros hidrófobos e hidrófilos los cuales penetran por los espacios creados al momento de la desmineralización, logrando así la penetración a las

superficies dentales y consiguiendo una adhesión mecánica, sin embargo, el grabado total no logra una interacción perfecta con el sistema adhesivo puesto que al momento de desmineralizar pueden ocurrir una inestabilidad del tejido dental por diversas situaciones que pueden comprender, la realización un grabado ácido excesivo lo que conllevaría a generar la exposición y desprotección de áreas de colágeno y que al no estar impregnadas con el monómero hidrófobo del adhesivo debido a una incompleta hibridación en la interface adhesiva lo que pone en riesgo la estabilidad de la unión (Mauro & et al., 2012; Abdelaziz & Saleh, 2018).

Algunas de las ventajas descritas a lo largo de la historia del grabado total con ácido fosfórico y que favorece a los adhesivos que no cuentan con un autograbado es la incrementación de energía superficial lo que mejora la humectabilidad sobre la superficie, creando resistencia tanto en esmalte como en dentina (Mauro & et al. 2012).

Sistemas Adhesivos Autograbadores

A mediados de 1990 se empezó a implementar la técnica de aplicación adhesiva reacción-integración debido a su simplificada aplicación, los adhesivos autograbadores tienen monómeros ácidos carboxílicos o metacriloxidecil fosfato que acondicionan y preparan el sustrato dental y logran un patrón mecánico de retención, ya que estos monómeros promueven la formación de capas adhesivas resistentes por copolimerización de radicales libres con los diversos componentes monoméricos del adhesivo, cabe resaltar que la acidez de este tipo de adhesivos es considerablemente menor que la del ácido fosfórico, pero al momento del contacto del adhesivo con las superficies dentales genera una desmineralización y penetración al mismo tiempo gracias

a la adhesión química que ocurre por la unión a iones de calcio encontradas en el diente (Maaben & et al., 2019; Munari & et al., 2018).

Los sistemas adhesivos autograbadores se pueden clasificar según su capacidad de penetrar el smear layer y por la profundidad de desmineralización, los cuales pueden ser “ultrasuaves” con un pH de $>2,5$, “suaves” con una profundidad de $1\ \mu\text{m}$ y un pH = 2, moderadamente fuertes con una profundidad de $1\ \text{y}\ 2\ \mu\text{m}$ y un pH 1 y 2 y los fuertes con un pH de $<_1$ (Lozada & Garzón, 2012).

Microfiltración

La microfiltración es el ingreso indetectable clínicamente, de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre el espacio existente entre estructura dental y la restauración a lo largo de cualquier interface entre la superficie dentaria, esta debería ser considerada como un potencial factor etiológico en el fracaso de los tratamientos dentales; de este modo La microfiltración se refiere a aberturas microscópicas entre los márgenes del relleno de resina y la estructura del diente. (Herrera & et al., 2016; Marí & et al., 2019).

Con la aparición de los protocolos adhesivos y de las resinas compuestas a mediados del siglo XX, se dio inicio a una nueva etapa en la odontología restauradora trayendo consigo muchos beneficios, que incluían; variedad, estética, funcionalidad y mimética. Sin embargo, aparecieron ciertos comportamientos indeseables debido a la contracción de la dentina que facilita la formación de espacios, poniendo en peligro la vida de la restauración (Castro, Medina, Huertas, Moscoso & García, 2018). Siendo así la unión de las estructuras esmalte y compuestos de resina y sistemas

adhesivos factores primordiales e integrales de la practica restauradora moderna mejorando la biomecánica y la estética puesto que la unión efectiva es la que se da con el selle de los túbulos dentinales y los márgenes de la restauración previniendo así consecuencias adversas como hipersensibilidad, decoloración marginal, caries recurrente (Al-Harbi & et al., 2016; Alsagob & et al., 2018).

En ese mismo contexto varios investigadores han sugerido las diversas técnicas para reducir la contracción de polimerización y en consecuencia la mejor integridad marginal. Los métodos propuestos son colocación de técnica incremental, luz de tres lados de fotocurado, precurado, de la capa intermedia y compuestos fluidos resinosos. Los científicos han presentado una nueva generación de compuestos y adhesivos con menos propiedad de contracción, también varias técnicas para reducir la polimerización, contracción y por lo tanto mejor integridad marginal (Moosavi & et al., 2018).

Es así como la integridad marginal es esencial para aumentar la longevidad de cualquier restauración clínica; la contracción por polimerización conduce a la formación de espacios, y este a su vez a la microfiltración, comprometiendo así esta integridad marginal. La magnitud del estrés inducido durante la contracción del fotocurado depende de varios factores, entre los cuales encontramos el factor C de la cavidad y también el efecto del modo de fotocurado. (Patel & et al., 2018).

Debe señalarse que, a pesar de una relación directa entre el estrés de polimerización y la microfiltración, aun no se ha establecido clínicamente una relación entre la tensión de polimerización y la longevidad o tiempo de duración de la restauración. Esto, debido a que la matriz orgánica de compuestos de resina dental está formada por una red densamente reticulada,

resultante de la co-polimerización de dimetacrilatos de alto peso molecular, tales como BisGMA (bisfenol-A metacrilato de glicidilo), UDMA (dimetacrilato de uretano) y BisEMA (etoxilado bisfenol-A metacrilato de glicidilo), con diluyentes, tales como TEGDMA (dimetacrilato de trietilenglicol). Debido a esto, la unión entre la matriz y la base de concentración de la resina muchas veces permite filtración a través del compuesto inorgánico que puede influir en la calidad y grosor de las capas dentinas y por lo tanto en la interacción con el sustrato dentinario que contribuye a una interacción más eficaz de la restauración. A continuación, se muestra una tabla que mide el grado de microfiltración dental en cada una de las capas (Castro & et al., 2018).

Tabla 1 Grado de microfiltración

Grado de microfiltración	Grupo A (OFL)		Grupo B (OXTR)	
	n	%	n	%
Grado 0 Sin penetración del colorante	1	7,1%	4	28,6%
Grado 1 Penetración moderada del esmalte de la cavidad	5	35,7%	6	42,9%
Grado 2 Penetración en la pared dentinaria sin incluir el suelo pulpar	6	42,9%	3	21,4%
Grado 3 Penetración incluyendo el suelo pulpar	2	14,3%	1	7,1%
Total	14	100%	14	100%

(U de Mann-Whitney) $p= 0,09$ ($p \geq 0,05$)

Fuente: Castro & et al., 2018

La contracción y estrés de polimerización que se presenta en las resinas compuestas genera el desarrollo de microfiltración en el material resinoso, la magnitud del estrés es mediado por la rigidez de la resina compuesta, la capacidad de liberación de este y su tasa de fotocurado. La

contracción de polimerización puede conllevar a provocar diversos problemas en la longevidad de la restauración como deflexión cuspídea, fractura dentaria y microfiltración o reducción de las propiedades mecánicas del material resinoso, generando así sensibilidad posoperatoria, con la consecuente colonización bacteriana y formación de caries secundaria en la restauración. Con la finalidad de disminuir los efectos de la contracción de polimerización en los compuestos resinosos se han incorporado diversas soluciones como modificaciones químicas en la matriz de las resinas, desarrollo de nuevas técnicas en su aplicación clínica, materiales adhesivos y evolución en las lámparas de fotocurado (Pacheco & et al., 2015; Van Ende & et al., 2017).

Para una restauración dental exitosa, es esencial una buena adaptación marginal; Si los márgenes de la restauración no están completamente sellados, pueden entrar líquidos, bacterias y desechos como por ejemplo de alimentos, en la preparación de la cavidad; de este modo los márgenes con espacios provocan el desprendimiento de la restauración, irritación pulpar con sensibilidad dental y manchas en los márgenes. Por lo tanto, la microfiltración es una propiedad importante que se ha utilizado para evaluar el éxito de un composite dental en boca (Marí & et al., 2019).

De hecho, los sistemas adhesivos siguen siendo en la actualidad los materiales odontológicos más estudiados en distintas investigaciones, ya que básicamente hacen parte de un grupo del que dependen la generalidad de procedimientos restauradores. Cabe resaltar, que las fallas en la adhesión rompen el sellado marginal lo que da origen a la aparición de una brecha entre el diente y la restauración en sí, lo que significa que una buena adhesión impedirá las fallas prematuras en las restauraciones. Es así como el autor Herrera, (2018) muestra la comparación del sellado marginal en restauraciones de resina con diferentes adhesivos, donde se observó que el

adhesivo de quinta generación tenía 90% de microfiltración y en el de sexta generación se encontró una microfiltración del 100%, donde también se encontró que la microfiltración en el tercio medio vestibular se eliminó hasta un 95%, mientras que en el tercio medio lingual/ palatino disminuyó tan solo 15%, concluyéndose que la técnica de hibridación convencional no se eliminó por completo la microfiltración, pero se encontró una gran diferencia comparada con la técnica de hibridación reversa.

Es así como Mari & et al., (2019). se refiere en el estudio de la comparación sobre la microfiltración marginal en cavidades de Clase II restauradas con resina Bulk-Fill y resina compuesta convencional Filtek™ Supreme XTE; que como resultado se observó que las resinas de relleno a granel presentan microfiltración gingival similar a los compuestos convencionales.

Del mismo modo en los estudios evidenciados por (Patel & et al., (2018). refieren un estudio en el cual comparó el sellado marginal de tres restauraciones compuestas Bulk-Fill en diferentes cavidades de Clase II bajo condiciones *in vitro*; donde se usaron compuestos resinosos Filtek Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill y X-tra Fil Bulk Fill en el que se logró verificar que el compuesto resinoso Filtek Bulk Fill mostró menos microfiltración y mejor adaptación marginal.

De este modo Castro, (2018), realizan una comparación *in vitro*, el grado de microfiltración marginal que se obtuvo en restauraciones de resina compuesta, en el desarrollo de este estudio se observó una mayor cantidad de piezas dentarias sin microfiltración en el grupo B (28,6%) sobre el grupo A (7,1 %), lo que los lleva a concluir que el grado de microfiltración marginal obtenido en ambas técnicas adhesivas presentó resultados similares.

Dentro de este marco Alsagob, Bardwell, Ali, Khayat, & Stark, (2018). realizan una comparación de la microfiltración entre los compuestos a base de resinas fluidas de relleno a granel

y compuestos nanofilizados, donde se concluyó que BFF y FS2 exhibieron la menor penetración de tinte y la medición de microfiltración sin diferencias significativas entre los dos grupos, seguido de SDR. FS4 mostró la mayor microfiltración con una diferencia significativa en comparación con BFF y FS2. Se descubrió que la microfiltración gingival era significativamente mayor que la microfiltración oclusal, por lo que dichos autores concluyeron que la microfiltración de los compuestos de relleno a granel BFF y SDR son comparables con el compuesto convencional FS2; sin embargo, es más predecible usar FS2.

En ese mismo contexto, Moosavi et al., (2018). Encontraron que las micro fugas más altas y más bajas se relacionaron con el autograbado / Grupos SonicFill y grabado total / Tetric N-Ceram respectivamente y la cantidad de microfiltración no fue significativamente diferente entre los grupos experimentales ($P > 0,05$). Asimismo, existe una investigación cuyo objetivo fue “comparar a través del Microscopio Óptico, el grado de microfiltración presente en la interfase diente-restauración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica incremental y las resinas Bulk-fill colocadas mediante la técnica en bloque”, Malucín Martínez, (2016). Que se considera importante, ya que tiene relevancia en la odontología actual ya que al ser las resinas Bulk-fill 1 un material medianamente nuevo, es de gran beneficio conocer las ventajas y desventajas relacionándolas con la resina compuesta de uso cotidiano, con el fin de conocer su desempeño clínico, asimismo se aduce que las resinas Bulk-fill presentan menor grado de microfiltración que las resinas compuestas de uso convencional.

MirosBaw & OrBoski, (2015) Afirman que una evaluación clínica de la nueva técnica de llenado Bulk Fill, donde es importante observar la forma anatómica y marginal adaptación y decoloración de márgenes. La ocurrencia de las tasas anuales de fracaso también es significativa,

para evitar esto es importante seguir los parámetros que definen la calidad de los materiales que restauran la pérdida tejidos dentales, la integridad marginal parece ser la más importante. Durante los estudios *in vitro*, se utilizan varios métodos para detectar la presencia y evaluar la microfiltración entre los tejidos de los dientes y el material de relleno, aunque un perfecto sellado marginal no se puede lograr clínicamente, un buen sellado marginal debe ser el objetivo principal de los odontólogos. La integridad marginal ha sido evaluada utilizando un alto aumento y tintes penetrantes para revelar espacios marginales, tanto externas como internas. El rango de las penetraciones de tinte se evaluó de manera diferente en milímetros o dependiendo de la cavidad o anatomía del diente. Los criterios son diferentes. y puede ser como sigue: cruce de la unión dentina-esmalte, ancho de la pared, el ancho de la capa de esmalte/dentina y el número de paredes penetradas por tinte, en conclusión, se logró comparar condiciones de sellado marginal *in vitro* de 4 materiales compuestos de relleno Bulk Fill de diferentes restauraciones de clase II. La evaluación comparativa se refiere a 4 compuestos de un tipo de relleno a granel: SonicFill, Tetric EvoCeram Relleno Bulk Fill, relleno Bulk Filtek y SDR. Finalmente se evaluó la penetración del tinte a lo largo de las paredes laterales, se concluyó que la calificación más alta (puntaje 0, sin penetración de tinte) se logró en 93.33% de las restauraciones hechas del material SDR, 90% de restauraciones del sistema SonicFill, 86.66% de restauraciones del compuesto Filtek Bulk Fill y 73.33% de restauraciones del Tetric EvoCeram Bulk Fill.

Diseño Metodológico

Tipo de Investigación

Esta investigación es un estudio retrospectivo bibliográfico, en el que se recopiló la información para dar respuesta a la pregunta de investigación basada de fuentes científicas publicadas recientemente, contribuyendo así a la justificación de la investigación.

Población de Estudio (Tamaño y Muestra)

Población

La población de esta revisión de la literatura se realizó con artículos publicados desde el año 2000 hasta el año 2020, teniendo en cuenta revistas indexadas que se encuentran presentes en los monitores de búsqueda *PubMed*, *Scielo*, *EMBASE*, *Researchgates*, *Elsevier*, *SINABI*, *Springer Link* y la base de datos de la Universidad Antonio Nariño

Muestra

La muestra está conformada por 74 artículos directamente relacionados con el objeto de estudio, microfiltración entre resinas de fotocurado con dos sistemas adhesivos, donde se tuvo en cuenta los conceptos y/o palabras claves como: “adhesión en resinas”, “sistema adhesivo”, “desmineralización en diente”, “resinas de fotocurado”, “formación de espacios en resina”,

“cavidades clase II de Black”, “resina Bulk”, “acondicionamiento de dentina”, “técnica incremental en resina”, “técnica de relleno en resina”, publicados desde el año 2000 hasta el año 2020 en revistas indexadas que se encuentran presentes en los motores de búsqueda como: PubMed, Scielo, EMBASE, Researchgates, Elsevier, SINABI, Springer Link, base de datos de la Universidad Antonio Nariño, en los que cuales se puedo acceder a varios archivos, artículos, investigaciones, revisiones sistemáticas relacionados con el área de odontología, específicamente materiales dentales usados en la práctica odontológica y con la especialidad de rehabilitación oral.

Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterios de Inclusión

Artículos de revista indexadas.

Artículos donde la muestra incluida en la investigación sean dientes naturales.

Artículos donde la muestra incluida en la investigación sea resinas de fotocurado convencionales.

Artículos donde la muestra incluida en la investigación sea resinas de fotocurado tipo Bulk.

Estudios científicos transversales con la evaluación de la relación entre la microfiltración que se pueda llegar a presentar entre diversos tipos de resinas de fotocurado teniendo en cuenta los sistemas adhesivos a utilizar.

Documentos y artículos basados en la literatura científica donde se determine la comparación de la microfiltración que se pueda llegar a presentar entre diversos tipos de resinas de fotocurado teniendo en cuenta los sistemas adhesivos a utilizar.

Artículos publicados a partir del 2000 al 2020.

Artículos con textos completos.

Artículos publicados en los idiomas de inglés, español y portugués.

Criterios de Exclusión

Estudios donde la muestra incluida sea la aplicación de cementos, carillas cerámicas en el diente a restaurar.

Estudios en los cuales no se presenten los sistemas adhesivos.

Artículos en los cuales no se evaluó de la microfiltración de las resinas.

Artículos que no sean indexados (para determinarlos se utilizaran los gestores de búsqueda como Latindex o PubMed).

Estudios y artículos que no tengan soporte científico.

Variables de Estudio

Al momento de realizar el análisis de los artículos de revisión bibliográfica sobre la comparación de la microfiltración entre resinas de fotocurado con dos sistemas adhesivos se registraron las siguientes variables:

Variable Independiente

Sistema adhesivo autograbadador en restauraciones de resinas de fotocurado convencionales y tipo Bulk.

Sistema adhesivo de grabado total en restauraciones de resinas de fotocurado convencionales y tipo Bulk.

Comportamiento de las resinas estudiadas en la investigación en restauraciones convencionales y tipo Bulk

Variable Dependiente

Microfiltración en resinas de fotocurado convencionales y tipo Bulk.

Variable Interviniente

Efecto del fotocurado sobre cada resina estudiadas en la investigación en restauraciones convencionales y tipo Bulk.

Adhesión en dentina.

Hipótesis

Hipótesis Nula

La Microfiltración es igual en los dos tipos de resina y los dos sistemas adhesivos a utilizar.

Hipótesis Alternativa

La Microfiltración es diferente en los dos tipos de resina y los dos sistemas adhesivos a utilizar.

Materiales y Métodos

En el desarrollo de esta investigación se realizó la revisión de artículos relacionados con el tema de microfiltración entre resinas de fotocurado según el sistema adhesivo a utilizar, la búsqueda inicial se realizó en 8 diferentes plataformas biomédicas tales como *PubMed*, *Scielo*, *EMBASE*, *Researchgates*, *Elsevier*, *SINABI*, *Springer Link*, *base de datos de la Universidad Antonio Nariño*.

En este trabajo la búsqueda se realizó teniendo en cuenta en los conceptos y/o palabras claves como: “adhesión”, “dentina”, “sistema adhesivo”, “ácido fosfórico”, “resinas de fotocurado”, “espacio”, “clase II”, “cavidad”, “relleno”, “Bulk”, “diente”, “acondicionamiento”, “rehabilitación”, “material”, “matriz”, “GAP”, “resina”. La búsqueda se limitó a ensayos clínicos, estudios in vitro y revisiones bibliográficas. Teniendo en cuenta las publicaciones entre los periodos del año 2000 hasta el año 2020 de revistas indexadas.

Luego se analizaron y seleccionaron 44 artículos que tuvieron mayor importancia para la revisión bibliográfica. Una vez obtenida la muestra se procedió a realizar una revisión específica para verificar la información y encontrar que relevancia podría aportar a esta revisión bibliográfica. Después se procedió a organizar y estructurar la información científica teniendo en cuenta las variables en estudio y posteriormente se presentaron los resultados y discusión. Luego se elaboraron las conclusiones y recomendaciones del trabajo de revisión, y finalmente se hizo la preparación y sustentación del documento final.

Análisis Estadístico

Se utilizó el análisis descriptivo el cual se basó en el esquema conceptual conformado con cuadros y textos donde se procedió a realizar el análisis tomando como referencia los diferentes indicadores utilizados o presentados en los documentos estudiados. Los datos obtenidos se tabularon en la base de datos de Excel, posteriormente se representaron los resultados tabulados por medio de graficas tipo torta para facilitar la comprensión de los datos.

Recursos Disponibles y Presupuesto

Recursos Humanos

Estudiantes autores de la Revisión: Yesmith Adriana Morales Llanes, Yuliana Alexandra Panqueva Sánchez y Daniela Alexandra Polanía Hernández.

Docente tutor científico: Esp. Dr. Gerardo Enrique Jiménez Barba.

Docente tutor metodológico: Lic. Msc. Dr. Jesús Arturo Ramírez Sulvarán.

Recursos Electrónicos

Buscadores de datos bibliográficos:

PubMed, Scielo, EMBASE, SINABI, Researchgates, Elsevier.

Recursos Institucional

Base de datos: Universidad Antonio Nariño; conferencias por plataforma virtual y aplicativo de Google Meet

Resultados

A continuación se presentan los resultados de la revisión de literatura, en la cual se encontraron 44 artículos directamente relacionados con el tema: Comparación de la microfiltración entre resinas de fotocurado con dos sistemas adhesivos; para efectos de una mejor organización de los resultados se presentan un componente general y dos componentes específicos, el primer componente siendo este el general corresponde a la comparación de la microfiltración entre resinas de fotocurado usadas en la práctica odontológica restaurativa con dos sistemas adhesivos; el segundo componente corresponde a la evaluación de la microfiltración de los sistemas de resinas de fotocurado convencionales, usando dos sistemas de adhesión (convencional y autograbador) teniendo en cuenta cavidades clase II de Black, basados en la literatura científica; el tercero corresponde a la evaluación de la microfiltración con la resina de fotocurado Bulk fill, usando dos sistemas de adhesión (convencional y autograbador) teniendo en cuenta cavidades clase II de Black, basados en la literatura científica.

Los Artículos que Guardan Relación con el Primer Componente

Jinez & et al. (2020) durante el desarrollo de la investigación evaluaron la microfiltración en las resinas nano híbridas Bulk Fill y las resinas nano híbridas convencionales por medio de un estéreomicroscopio, en cavidades clase II de 30 premolares sanos, los cuales se dividieron en dos grupos (n = 15). El primer grupo fue restaurado con resina Tetric EvoCeram® (Ivoclar) con

incrementos de 2 mm y el segundo grupo con resina Bulk Fill (Ivoclar) en incrementos de 4 mm; todas las muestras fueron sometidas a termociclado durante 5.000 ciclos y posteriormente fueron sumergidas en azul de metileno durante 24 horas; consecutivamente, realizaron un corte sagital de manera uniforme y evaluaron la profundidad de la microfiltración marginal por medio de un estéreo microscopio, dando como resultado que ambos grupo evaluados presentaron microfiltración marginal en distintos grados, del mismo modo los datos categóricos se analizaron por medio del test X² en el software SPSS 24, concluyendo que aunque las cavidades restauradas con resina nano híbridas Bulk Fill presentaron valores menores de microfiltración, la prueba de Mann Whitney arrojó que no existe diferencia significativa en la filtración marginal entre los materiales utilizados.

Según Habib & Waly (2018) en su estudio sobre el grado de conversión y microfiltración de los composites de relleno a granel colocados utilizando diferentes técnicas de restauración, utilizaron cuatro tipos de resinas compuestas en 45 premolares humanos extraídos, en cada diente se prepararon una o dos cavidades clase II; para la prueba del grado de conversión (DC), se prepararon cinco muestras cilíndricas para cada grupo; se investigaron cinco grupos, que representan diferentes combinaciones de material y técnica: Grupo (INC) en el que se utilizó la resina Z350 de 3M con la técnica incremental (grupo control), Grupo (B) en el que se colocó el Restaurador Posterior Filtek Bulk Fill de 3M en un monoincremento de 5mm, Grupo (FB-1C) en el que se utilizó Filtek Bulk Fill Flowable para rellenar 2 mm en la base del molde seguido de 3 mm Filtek Bulk Fill Restaurador posterior y se fotocuraron, Grupo (FB-2C) en el que se colocaron 2 mm de Filtek Bulk Fill Flowable en la base del molde y se curó, luego se llenó el resto del molde con Filtek Bulk Fill Posterior Restorative seguido de un curado final, y finalmente Grupo (SON)

en el que se colocó el composite SonicFill en un monoincremento de 5 mm, posteriormente los dientes restaurados se termociclaron y luego se sumergieron en una solución de azul de metileno al 2% durante 24 horas a 37 ° C. La penetración del tinte se evaluó examinando secciones mesio-distales longitudinales a través de los dientes restaurados utilizando un microscopio estereoscópico a 25 aumentos. Obteniendo como resultado que el compuesto aplicado con técnica incremental presento un grado de conversión más alto con respecto a los otros compuestos y con respecto a la microfiltración, no se encontraron diferencias significativas entre las resinas convencionales y Bulk Fill estudiadas.

Fejjeri & et al. (2017) realizaron un estudio, el cual consistió en evaluar la microfiltración en los márgenes oclusales y cervicales en cavidades de clase II en 60 molares permanentes restaurados con un composite a base de Silorano, resina de baja contracción Filtek P90 de 3M, aplicada con o sin grabado y dos resinas compuestas a base de metacrilato, Valux Plus de 3M y Amelogen Plus de Ultradent . Se prepararon dos cavidades en superficies proximales de cada diente que se dividieron en tres grupos de 20 cada uno según el tipo de composite. Grupo I: resina Filtek P90 en la cavidad mesial y composite microhíbrido a base de metacrilato (Adper single bond 2 / valux plus) en la cavidad distal, Grupo II: composite a base de silorano en la cavidad mesial y silorano -composite con grabado previo en cavidad distal y Grupo III: composite a base de silorano en cavidad mesial y composite microhíbrido a base de metacrilato (PQ1 / Amelogen plus) en cavidad distal. Las muestras se sometieron a un envejecimiento artificial con termociclado, los ápices radiculares se sellaron con resina de ortodoncia transparente y se recubrieron con barniz transparente excepto 1 mm alrededor de la restauración. Posteriormente las muestras se sumergieron en una solución de azul de metileno al 1% a temperatura ambiente durante 48 horas,

luego se seccionaron longitudinalmente en la dirección mesiodistal y se evaluaron con un microscopio estereoscópico a 20X, finalmente el análisis estadístico de los datos se realizó con el software SPSS 17.0. obteniendo como resultado que la resina compuesta a base de silorano mostró menos microfugas que los compuestos a base de metacrilato y así mismo demostrando que el grabado mejoró la capacidad de sellado de las restauraciones de silorano.

Pacheco & et al. (2015) evaluaron la adaptación de las resinas compuestas a las paredes internas cavitarias, utilizando técnica incremental oblicua y monoincremental con activación sónica, en el estudio se utilizaron 15 terceros molares sanos, a los cuales se les realizó dos preparaciones cavitarias clase II con márgenes en esmalte; las preparaciones distales se restauraron utilizando la resina convencional FiltekTM Z350 XT de 3M con técnica incremental y las mesiales con la resina Bulk-Fill SonicFill de la KERR con técnica monoincremental y activación sónica. Posteriormente las muestras fueron cortadas en sentido mesiodistal y analizadas mediante microscopio óptico a aumento de 10x y 40x, midieron el porcentaje de adaptación de ambas resinas y se realizó un test ANOVA de dos vías con prueba post hoc de Tukey; obteniéndose como resultado que no se encontró diferencia estadísticamente significativa en la adaptación interna cavitaria utilizando la técnica monoincremental con activación sónica y la incremental oblicua ($p>0,01$).

Benetti & et al. (2015) en su estudio sobre la comparación de la profundidad de curado, la contracción de la polimerización y la formación de espacios en los compuestos de resina de relleno granel con los de un compuesto de resina convencional, donde se utilizaron 96 dientes molares sanos en los cuales se realizó a cada muestra preparaciones cavitarias clase II, los dientes se dividieron en seis grupos ($n = 16$): cinco experimentales y uno de control, donde se

investigaron cinco compuestos de resina Bulk Fill: dos materiales de alta viscosidad (Tetric EvoCeram Bulk Fill, SonicFill) y tres materiales de baja viscosidad (x-tra base, Venus Bulk Fill, SDR). En los grupos experimentales, las cavidades se rellenaron con una capa inferior de los materiales Bulk Fill, una capa oclusal del compuesto de resina convencional; las cavidades en el grupo de control se rellenaron gradualmente con el compuesto de resina convencional. Posteriormente se evaluó la profundidad de curado de acuerdo con el estándar 4049 de la Organización Internacional de Estandarización y se determinó la contracción de polimerización utilizando el método de disco adherido, la formación de espacios se midió en el margen de dentina de las cavidades de Clase II. Dando como resultado que en comparación con el compuesto de resina convencional, los materiales Bulk Fill de alta viscosidad exhibieron solo un pequeño aumento (pero significativo para Tetric EvoCeram Bulk Fill) en la profundidad de curado y la contracción de polimerización, mientras que los materiales Bulk Fill de baja viscosidad produjeron un aumento significativamente mayor profundidad de curado y contracción de polimerización, aunque la mayoría de los materiales Bulk Fill exhibieron una formación de espacios similar a la del compuesto de resina convencional, dos de los compuestos de resina Bulk Fill de baja viscosidad, Xtra Base y Venus Bulk Fill, produjeron espacios más grandes.

Según AlSagob & et al. (2018) en su estudio compararon la fuga marginal de un compuesto a base de resina nanohíbrida y dos fluidos de relleno Bulk Fill en el que las muestras fueron envejecidas mediante termociclado (2000 ciclos) y posteriormente se calculó la microfiltración midiendo la penetración del tinte utilizando un estereomicroscopio, donde se llevaron a cabo preparaciones de Clase II en las superficies mesial y distal de cada diente en veinticuatro molares humanos intactos; posteriormente divididos en cuatro grupos experimentales, en el cual a todos

los grupos se les aplicó el adhesivo Peak Universal Bond, Ultradent Products, Inc; para el Grupo 1 se utilizó el compuesto convencional Filtek™ Supreme en incrementos de 2 mm (FS2), Grupo 2 Filtek™ Supreme en incrementos de 4 mm (FS4), Grupo 3 Filtek™ Supreme Flowable (BFF) y Grupo 4 SureFil® SDR® Flow (SDR). Obteniendo como resultado que la Filtek™ Supreme Ultra Universal (3M ESPE) mostró la menor microfiltración con valores de 1,90 (4,59) y 1,99 (2,24); la Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative, (3M ESPE) con un valor de 8,02 (4,01) mostró la mayor microfiltración y SureFil® SDR® Bulk Fill Flowable, DENTSPLY Caulk valor medio (desviación estándar) de microfiltración de 3,91 (6,63). Concluyendo que, entre los grupos comparados, Filtek™ Bulk Fill, el restaurador fluido y el compuesto nanohíbrido convencional, aunque exhibieron la menor cantidad de microfiltraciones, el compuesto nanohíbrido convencional es aún más propenso a presentar microfiltraciones, además también determinó que utilizando la técnica Bulk Fill se exhibió mayor microfiltración que con la técnica incremental.

En el estudio realizado por Da Silva & et al. (2019) relacionado con la adhesividad de la resina compuesta Bulk Fill realizada a molares permanentes sometidos a biofilm de *Streptococcus mutans*, tomó 60 terceros molares humanos permanentes, realizando en oclusal una cavidad de 5x3x2 mm, donde se asignaron al azar cuatro subgrupos de tratamientos restauradores, como lo fueron una resina compuesta convencional (n = 15) y sin (n=15) desafío cariogénico (Z350-E y Z350-C experimental y grupos de control, respectivamente), y una resina compuesta de relleno Bulk Fill con (n = 15) y sin (n = 15) desafío cariogénico (Bulk Fill-E y Bulk Fill-C, respectivamente), es así como diez especímenes de cada subgrupo fueron sometidos a resistencia de la microtensión y 5 a la microfiltración; posteriormente el desafío cariogénico se llevó a cabo utilizando *Streptococcus mutans* cepa (ATCC) durante 7 días, finalmente la microfiltración se

evaluó mediante un sistema de puntuación y se encontró que la resina Filtek Z350 XT presentó mayor unión de resistencia microtensil que la resina Bulk Fill ($p < 0,001$) y con provocación cariogénica ($p < 0,02$) Z350-C y Bulk Fill-C; así también se observó que las resinas presentaron una mayor prevalencia de fracturas mixtas (23 y 14%, respectivamente) en las muestras sometidas a prueba cariogénica que los de los grupos de control, mientras que la microfiltración fue similar ($p = 0,85$) y se comprobó que la resina compuesta convencional tenía mayor microtensión y fuerza de unión que la resina Bulk Fill, sin embargo ambos tipos de resina tenían calidad similar de adhesión y puntuaciones de microfiltración.

Miletic & et al. (2016) compararon la tensión y el desplazamiento de los compuestos de relleno a granel, de baja contracción y convencionales, y la penetración del tinte a lo largo de la interfaz de la restauración de dentina; donde utilizaron cavidades modificadas clase II (N a 5/grupo), las cuales se restauraron con relleno a granel (Filtek Bulk Fill Posterior, 3M ESPE; Tetric EvoCeram Bulk Fill, Ivoclar Vivadent; EverX Posterior, GC reforzado con fibra; giomer Beautiful Bulk, Schofu), de bajo encogimiento (Kalore, GC), nanohíbrido (Tetric EvoCeram, Ivoclar Vivadent) o microhíbridos (Filtek Z250, 3M ESPE), de esta forma determinaron la tensión y el desplazamiento utilizando el método de correlación de imágenes digitales 3D basado en dos cámaras. Se determinó que la menor tensión se identificó a 2 mm por debajo de la superficie oclusal en 4 mm, pero no en compuestos en capas de 2 mm, donde se produjo mayor microtensión a lo largo de la pared gingival que la pared axial ($p < 0,05$), de tal forma no se encontró correlación entre la tensión y los desplazamientos.

Los Artículos que Guardan Relación con el Segundo Componente

Según Cáceres & et al. (2020) en su estudio sobre la evaluación y comparación de la relación entre la resistencia de unión adhesiva a esmalte y la microfiltración de dos sistemas restauradores con resina compuesta aplicada en técnica incremental, por medio de los ensayos de microtracción y microfiltración con 40 terceros molares, los cuales se dividieron aleatoriamente en dos grupos: 20 molares restaurados utilizando el sistema Adper Single bond 2 (3M ESPE) y Filtek Z250 XT (3M ESPE) y 20 molares restaurados con el sistema Tetric N Bond (Ivoclar Vivadent) y Tetric N Ceram (Ivoclar Vivadent); la mitad de los dientes de cada grupo se utilizaron para un ensayo de micro tracción, mientras que la otra mitad fueron utilizados para un ensayo de microfiltración (n = 10). Este trabajo obtuvo como resultado que las medias y el desvío de la resistencia de unión a micro tracción fueron de 27.93 para Adper Single bond 2 + Filtek Z250 XT MPa y 33.12 MPa para Tetric N Bond + Tetric N Ceram (p = 0,049); mientras que en los valores de microfiltración fueron similares, de esta manera concluyendo en que no se encontró una relación entre los valores de resistencia de unión y el grado de microfiltración.

En el estudio realizado por Bassam & Alasbahi (2019) sobre una perspectiva de la microfiltración marginal en restauraciones de resina compuesta de clase II usando diferentes tipos y técnicas, realizado mediante un estudio *in-vitro*, donde se utilizaron tres tipos de resina compuesta (Charmfil™, ParaFill™ y ProMedica®) para evaluar la microfiltración de restauraciones de clase II utilizando 24 dientes bicúspide los cuales se dividieron en dos grupos principales de acuerdo con la técnica de restauración (técnicas de sándwich abierto o cerrado); luego los dientes de cada grupo se dividieron en 3 subgrupos (n = 4 cada uno) de acuerdo con el

tipo de resina compuesta utilizada. Posteriormente las restauraciones se sometieron a un proceso de termociclado y luego se sumergieron en una solución de azul de metileno durante 12 horas. Se realizaron cortes en la sección mesiodistal a lo largo de los surcos centrales y se evaluaron bajo lupa para determinar la ocurrencia de microfiltración marginal. Obteniendo como resultado que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la microfiltración marginal entre los tres grupos examinados utilizando ambas técnicas, y así mismo concluyendo que no se encontró efecto del tipo de composite o de la técnica de aplicación utilizada sobre la aparición de microfiltración marginal.

Castro & et al. (2018) utilizaron 28 premolares, los cuales fueron divididos en dos grupos de 14 muestras cada uno, a los cuales se les aplicó dos tipos de técnica adhesiva, con el grupo (A) se utilizó la técnica grabado total de tres pasos con el sistema adhesivo Optibond FL (Kerr); y para el grupo (B); la técnica grabado selectivo del esmalte con autograbante de dos pasos con el sistema adhesivo Optibond XTR (Kerr), posteriormente fueron obturadas con resina compuesta Filtek Z350 (3M ESPE) y fueron sometidas al proceso de termociclaje durante 500 ciclos de 5°C y 55°C, donde la microfiltración fue evaluada a través de un índice de profundidad de microfiltración mediante la penetración de azul de metileno al 2 % y observada con microscopio estereoscopio, de esta forma se logró destacar que en grado 0 (Sin penetración del colorante) hubo una mayor cantidad de piezas dentarias sin microfiltración en comparación con el grupo B que resultó con un 28,6% que en el grupo A, donde se observó un 7,1 % , asimismo se evidenció que en el grado 1 (Penetración moderada del esmalte de la cavidad) los valores fueron ligeramente mayores para el grupo B con un 42,9% a comparación del grupo A que obtuvo un porcentaje de 35,7 %. Por otro lado en el grado 2 (Penetración en la pared dentinaria sin incluir el suelo pulpar),

los niveles de microfiltración fueron mayores en el grupo A, que obtuvo un 42,9%; al igual que en el grado 3 con un 14,3%, de esta forma se concluyó que los resultados obtenidos en la evaluación del grado de microfiltración marginal, no existen diferencias estadísticamente significativas entre la Técnica de grabado total de tres pasos y la Técnica de grabado selectivo del esmalte con autograbante de dos pasos.

Según Falconí & et al. (2016) en su estudio de la evaluación del grado de microfiltración en restauraciones de resina compuesta, compararon dos sistemas adhesivos tras diferentes periodos de envejecimiento, donde tuvieron en cuenta el tercio cervical de 60 terceros molares extraídos por indicación terapéutica, que mediante instrumentos diamantados realizaron dos cavidades: una en la cara vestibular y otra en la cara palatina o lingual, más adelante fueron separados en dos grupos; en el primero se efectuó acondicionamiento ácido y luego se aplicó Admira bondVoco, mientras que en el segundo se aplicó Futurabond NR-Voco, éstos grupos fueron restaurados con resina compuesta Admira-Voco, y cada grupo fué dividido en dos subgrupos de 15, asimismo los subgrupos A fueron sometidos a termociclado por 10800 ciclos y los subgrupos B por 5400 ciclos, que fueron sometidos a tinción con azul de metileno, finalmente se efectuó un corte en sentido longitudinal para evaluar el ingreso del colorante en la interface formada; que fué evaluada mediante un microscopio estereoscópico, en efecto se demostró la existencia de diferencias entre los grupos evaluados, de forma más evidente a nivel del margen cervical, con un $p > 0,05$, en definitiva se observó una relación proporcional entre el tiempo de termociclado y la presencia de microfiltración, ya que a medida que aumentaba el tiempo de envejecimiento, mayores eran los niveles de microfiltración, independiente del sistema adhesivo empleado, haciéndose notar a nivel gingival de las restauraciones ejecutadas.

Los Artículos que Guardan Relación con el Tercer Componente

Según Turkistani & et al. (2020) desarrollaron un estudio en el que se evaluó la adaptación de la restauración con composites de relleno Bulk Fill a la pared axial y el piso gingival de las cavidades de clase II mediante el uso de la tomografía de coherencia óptica de polarización cruzada (CP-OCT), donde se realizó la división de veintiún molares extraídos en tres grupos según el adhesivo implementado la resina restauradora posterior Filtek Bulk Fill (3M ESPE), utilizado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Para GRUPO 1 Clearfil SE Bond 2, GRUPO 2 Tetric N-Bond Universal y GRUPO 3 Tetric N-BondSelf-Etch, en el que se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de microfiltración entre los grupos tanto en la pared axial como en el piso gingival, en el grupo SE2; Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (3M ESPE) + Clearfil SE Bond 2 (Kuraray Nor-itake Dental, Tokyo, Japan). tuvo el porcentaje más bajo de microfiltración ya que solo unas pocas secciones transversales mostraron áreas de reflejos del agente de contraste que penetra en la pared axial, observándose en la pared axial (8,23 6,8) y piso gingival (7,07 4,1), seguido por el grupo TNU; Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (3M ESPE) + Tetric N-Bond Universal, (Ivoclar/Vivadent, Schaan, Liechtenstein), donde se observó un aumento significativo de la microfiltración en la pared axial (18.13 12.9) y el piso gingival (30.61 11.9), Para el grupo TSE, (Filtek Bulk Fill + Tetric N-BondSelf-Etch los porcentajes de microfiltración en la pared axial y el piso gingival de TSE fueron 25.50 12.5 y 36.97 10.2, respectivamente, que fueron los más altos en comparación con otros grupos evaluados; de esta forma se evidencio y concluyo grados diferentes de microfiltración, sin embargo, el adhesivo

de autograbado de dos pasos produjo una adaptación superior en comparación con el adhesivo universal y autograbante de un solo paso.

Patel & et al. (2018) durante su estudio evaluaron la comparación del sellado marginal de tres materiales compuestos tipo Bulk Fill diferentes en cavidades clase II en treinta (30) premolares sanos, mediante la evaluación de la microfiltración y la formación de microespacios entre el diente y el material de obturación, la muestra fue dividida en tres grupos. Se prepararon y se acondicionaron las cavidades en cada diente, posteriormente se restauraron con resinas Filtek Bulk Fill (Grupo I), Tetric N-Ceram Bulk Fill (Grupo II) y X-tra Fil Bulk Fill (Grupo III) y se fotopolimerizaron de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los dientes restaurados se almacenaron en agua destilada a temperatura ambiente durante 24 h, a continuación, las muestras se pintaron con esmalte de uñas dejando 1 mm alrededor de la restauración. Las muestras preparadas se colocaron en colorante azul de metileno al 1% durante 24 h, luego se enjuagaron y seccionaron mesiodistalmente utilizando un micrótopo de tejido duro, la profundidad de penetración del tinte a lo largo de las paredes laterales se evaluó con estereomicroscopio de aumento de $\times 20$ y el espacio marginal se evaluó con un microscopio electrónico de barrido con aumento de $\times 200$. Obteniendo como resultado que existe una diferencia significativa entre las microfiltraciones de diferentes compuestos de relleno Bulk Fill evaluados, como lo fue la resina Filtek Bulk Fill, la cual mostro menor microfiltración y una mejor adaptación marginal en comparación las resinas del grupo II Y III; aunque teniendo en cuenta que la microfiltración se presentó independientemente del compuesto de relleno granel usado.

Rosas & et al. (2016) en su estudio cuantitativo experimental *in vitro*, donde evaluaron la estabilidad marginal de una resina compuesta condensable y una resina monoincremental con activación sónica en restauraciones clase II, por medio de 16 terceros molares sanos, los cuales se les realizó dos preparaciones cavitarias clase II, donde sus dimensiones fueron estandarizadas con 3 mm de ancho vestibulolingual, 2 mm de profundidad y 1,5 mm en sentido mesiodistal para el cajón oclusal, y 3 mm de ancho vestibulolingual, 4 mm de profundidad y 1,5 mm en sentido mesiodistal para el cajón proximal, determinándose al azar restaurar una preparación con resina condensable Filtek™ P60 (3M® ESPE-USA) donde fué usada la técnica incremental, y la segunda preparación con resina SonicFill™ (Kerr-USA) con técnica monoincremental y activación sónica, éstas muestras se termociclaron en azul de metileno al 1%, se cortaron en sentido mesiodistal y se analizaron mediante microscopio óptico, así pues determinaron que la profundidad de infiltración del borde cavosuperficial gingival fué significativamente menor para Filtek™ P60 comparado con SonicFill™ ($p= 0,028$), en efecto se observó que la presencia de infiltración está más influenciada por la técnica restauradora, ya que SF presentó menos infiltración en oclusal que en gingival.

Turkistani & et al. (2019) evaluaron la formación de espacios interfaciales en restauraciones de resina Bulk Fill mediante tomografía de coherencia óptica de polarización cruzada, usando dos materiales de compuestos de resina de relleno a granel, donde cada uno fué usado con su adhesivo específico, teniendo en cuenta que la : Filtek Bulk Fill Posterior fotopolimerizable fué restaurada con Scotchbond Universal (3M ESPE) denominado como el “grupo A” y el relleno Bulk Fill de curado dual compuesto BulKEZ con Prelude One (Danville Materials), denominado como "grupo B", es así como se manejaron cavidades proximales de

molares extraídos con medidas de: ($2 \times 2 \times 4,5$ mm; ancho \times largo \times profundidad), las cuales fueron restauradas con adhesivos de autograbado, que posteriormente fueron sumergidas en solución de nitrato de plata amoniacal durante 24 horas, seguida de una solución de foto-revelado de 8 horas, de esta forma se obtuvieron resultados mediante la prueba de Mann-Whitney, que mostró una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los dos grupos, destacando que el grupo A, mostró un mayor porcentaje de formación de espacios en el suelo gingival.

En resumen, el presente estudio retrospectivo bibliográfico estuvo constituido por 44 artículos indexados de revistas científicas, donde se evaluaron en total setenta y cuatro (74) resinas; de las cuales treinta y siete (37) fueron aplicadas con técnica Bulk Fill y treinta y siete (37) con técnica incremental, ambas técnicas aplicadas con adhesivos de grabado convencional y autograbador. Al comparar los datos obtenidos se encuentra que, de las resinas aplicadas con técnica incremental, el 43% presentó mayor microfiltración y 57% presentó menor microfiltración y las aplicadas con técnica Bulk Fill, el 47% arrojaron menor microfiltración y 53% tuvieron mayor microfiltración; a su vez también se determinó que el tipo de adhesivo y la técnica de aplicación no presenta una diferencia significativa en cuanto al compuesto de resina en la formación de las microfiltraciones.

Discusión

Durante los tratamientos de restauraciones dentales, los compuestos de resina experimentan diversos cambios debido a su composición y manipulación clínica; estos cambios podrían conllevar a ciertas desventajas como lo son contracción por polimerización durante el curado del material, lo que resulta en un estrés por contracción que puede conducir a la separación y la falla prematura de las restauraciones que contienen dichos materiales. Así mismo la falta de sellado marginal del composite en la cavidad, provoca la formación de micro fugas generando microfiltraciones entre la resina y el tejido dental restaurado, conllevando a una serie de problemas clínicos post restauración como lo son: hipersensibilidad, caries secundaria e inflamación como resultado de la penetración de saliva, bacterias y otras sustancias irritantes, afectando la estética y longevidad de la restauración en boca (Mari & et al. 2019).

Mediante el presente estudio retrospectivo bibliográfico se comparó la microfiltración entre resinas de fotocurado usadas en la práctica odontológica restaurativa con dos sistemas adhesivos, con base a la metodología utilizada se observó que en un 57% de las resinas convencionales presentaron menor microfiltración y las resinas Bulk Fill el 53% tuvieron mayor microfiltración, es decir, las resinas convencionales consiguen disminuir la filtración en las preparaciones cavitarias. Estos hallazgos concuerdan con varios autores que sugirieron que el aumento de la microfiltración se da principalmente por aumento del contenido de relleno, por la dimensión y el tamaño de las partículas que conforman el relleno del compuesto; así mismo otros

autores exponen diversas causas que pueden predisponer a la formación de microfiltraciones entre el material compuesto y el tejido dental a restaurar.

Considerando que la resistencia a la compresión se utiliza para evaluar las propiedades mecánicas de los materiales de restauración dental, puesto que la mayoría de las fuerzas masticatorias entran en la categoría de fuerzas compresivas; la evaluación de la durabilidad de los materiales de restauración en tales condiciones es de gran importancia, debido a esto en el estudio de Pradeep & et al. (2016) investigaron la resistencia a la compresión de dos compuestos de relleno Bulk Fill y los comparó con composite nanohíbrido, los cuales concluyeron que los compuestos Bulk Fill exhibieron una mejor resistencia a la compresión en comparación con las resinas compuestas nanohíbridas, demostrando que la resina Bulk Fill SDR y Filtek es la mejor alternativa para restauraciones posteriores, gracias a la capacidad de colocar restauraciones con un solo incremento.

Abdelaziz & et al. (2018) en su estudio hallaron una mayor resistencia al cizallamiento de los compuestos de resina insertados de forma incremental que los de relleno Bulk Fill, por esto, recomiendan que las restauraciones que implementen materiales de tipo Bulk Fill, para ser exitosas no deberían exceder los 4 mm de profundidad. Los resultados registrados convergen con los estudios de Colak H., & et al., (2016) y Abo & et al., (2013) en los que con el curado eficiente del adhesivo junto con la tasa mínima de contracción del primer incremento del compuesto de resina convencional y que con la presencia de rellenos de tamaño nanométrico ayudan a una mejor transmisión de la luz de curado a través de todo el espesor del incremento de composite, minimizando la contracción por polimerización y proporcionando al material compuesto

propiedades mecánicas más altas en comparación con los rellenos micro y nano-híbridos que se utilizan habitualmente en las formulaciones compuestas de relleno a granel.

Así mismo Habib & Waly (2018) mencionaron también que durante el desarrollo de su investigación el compuesto aplicado con técnica incremental presentó un grado de conversión más alto con respecto a los otros compuestos, debido a su composición química, he aquí la importancia de conocer y comprender la composición del material resinoso con el cual de ira a trabajar clínicamente. Resaltando, que la matriz polimérica en el grupo incremental tiene una combinación de Bis-GMA, UDMA y TEGDMA, mientras que el composite Filtek Bulk Fill Posterior, se basa principalmente en UDMA; es decir, el TEGDMA es un polímero de bajo peso molecular que se utiliza para disminuir la viscosidad y mejorar las propiedades de flujo del material compuesto.

Igualmente, Habib & Waly (2018) en su estudio también afirman que el grado de conversión y microfiltración de los composites de relleno a Bulk Fill colocados utilizando diferentes técnicas de restauración, con respecto a la microfiltración no se encontraron diferencias significativas entre las resinas convencionales y Bulk Fill estudiadas, lo que indica que las resinas de relleno a granel, independientemente de la técnica restauradora implementada, no tuvieron un desempeño menor en comparación con la resina incremental. Así mismo destacan que la ausencia de diferencia significativa en microfiltración entre las resinas a pesar de las diferencias en el grado de conversión, indica que la microfiltración es un fenómeno multifactorial que no solo está influenciado por la composición del material y grado de conversión del mismo.

Sampaio & et al., (2019) plantean en su estudio que los compuestos de relleno a granel han mostrado una contracción volumétrica menor que los compuestos convencionales cuando se compara el mismo tipo de consistencia. No obstante, exponen que cuando se comparan diferentes

consistencias, una resina con menor contenido de relleno, o fluido, podría resultar en una mayor contracción volumétrica que resinas de alta viscosidad, ya que comúnmente presenta un mayor contenido de monómeros, lo que puede conducir a un aumento de contracción por polimerización. Teniendo en cuenta que durante el estudio se observó que la resina convencional fue estadísticamente similar a los materiales de relleno a granel fluidos estudiados en presentar mayor grado de contracción volumétrica; dado que la contracción se produce en el curso de la conversión del monómero en polímero, cuanto menor sea el contenido de relleno, mayor será la contracción resultante.

No obstante, Jiñez & et al., (2020) a partir de los resultados obtenidos al momento de evaluar si las resinas nano híbridas Bulk Fill presentaban menor grado de microfiltración marginal en cavidades clase II que las resinas nano híbridas convencionales, llegaron a la conclusión de que en el momento en el cual la resina nano híbrida Bulk Fill disminuye su tiempo de trabajo, no difiere en cuanto al grado de filtración que se pueda generar en la caja proximal de cavidades clase II, ya que en tal estudio no se encontraron diferencias significativas en cavidades que fueron restauradas con resinas convencionales y de tipo Bulk Fill.

Partiendo de esto y aunque la diferencia entre los compuestos no fue significativa, nuestro estudio concuerda con AlSagob & et al., (2018) en su estudio determino que utilizando la técnica Bulk Fill exhibió más microfiltración que en los composites implementados con técnica incremental, esto se debe principalmente a las limitaciones de las propiedades del material, ya que los compuestos nanohíbridos por el tamaño de sus partículas cuando se restaura contribuye a la obstaculización de la penetración de luz y consecuentemente polimerización.

Por otro lado, Da Silva & et al. (2019) evaluaron en su estudio la fuerza de microtensión y la microfiltración de una resina compuesta Bulk Fill, comparándola con una resina compuesta incremental convencional, en molares permanentes y bajo desafío cariogénico usando un *Streptococcus mutans*, el cual demostraron que la resina convencional tiene mayor fuerza de unión y resistencia en comparación con la resina de relleno a granel, y demostraron una adherencia similar con mejor calidad y microfiltración, independientemente del desafío cariogénico, sin embargo no se encontraron diferencias de microfiltración entre las resina de relleno a granel.

Además, Moosavi et al. (2018) afirman que el promedio más alto de microfiltración fue contribuido al grupo SonicFill aplicado con técnica Bulk Fill con adhesivo autograbador y el menor promedio de microfiltración fue contribuido al grupo Tetric N-Ceram con adhesivo de grabado total. afirma que los compuestos de resina con una mezcla De Bisfenol-A Diglicidildimetacrilato, Dimetacrilato De Uretano y Dimetacrilato De Bisfenol A Etoxilado, que son monómeros de alto peso molecular, con contracción de alta viscosidad y baja polimerización, pueden versen afectados por la cantidad de volumen de relleno que da como resultado, un aumento en la rigidez del material, aumentando el módulo de elasticidad, creciendo exponencialmente el riesgo de microfiltración. Además, en su estudio reporta que no hubo diferencia significativa entre el adhesivo de grabado total y adhesivo autograbador, y que la razón de este hallazgo se debe a la presencia de etanol en los adhesivos, que presentan múltiples inconvenientes, ya que por su fácil y rápida evaporación el solvente se altera y con ella las propiedades del producto.

Cabe resaltar que la microfiltración no solo depende del material restaurador sino también de su forma de aplicación clínica, sistema de adhesión y la conformación y/o configuración de la cavidad. De acuerdo con OrBowski & et al. (2015), en su estudio sobre la obtención de la

integridad marginal durante el relleno de las preparaciones cavitarias con materiales compuestos determina la adecuada protección de los tejidos dentales contra las microfiltraciones, es así como las mayores desventajas de los materiales compuestos son la contracción de la polimerización y la expansión térmica. Por este motivo manifiestan en el desarrollo de su investigación, que se deben aplicar las técnicas adecuadas que reduzcan la contracción de la polimerización, para reducir el riesgo de microfiltración, resaltando un aumento en la elasticidad del material de relleno y del sistema de unión para así los efectos de la formación de tensiones internas causadas por la contracción de la polimerización, dando como ejemplo la aplicación de composites fluidos con el uso de una fina capa adhesiva para compensar la tensión, ya que este tipo de resina tienen un módulo de elasticidad más bajo, por lo que son eficaces para reducir las microfiltraciones.

Del mismo modo, Benetti & et al. (2015), en su estudio sobre la comparación, la profundidad de curado, la contracción de la polimerización y la formación de espacios en los compuestos de resina de relleno granel con los de un compuesto de resina convencional, expresaron que la profundidad de fotocurado es mejor para los compuestos de resina de relleno granel en comparación con el compuesto de resina convencional, dado que la resina SonicFill demostró una profundidad de curado estadísticamente similar a la de la resina convencional Tetric EvoCeram, siendo la primera resina aplicada a la cavidad en un solo incremento, reduciendo así el tiempo operatorio, en comparación con la resina convencional, la cual es aplicada incrementalmente. Así mismo se coincide con el resultado del realizado por Moosavi & et al., (2018) donde concluyen que la técnica de estratificación incremental que requiere mucho tiempo puede sustituirse por la técnica Bulk Fill.

Con relación a lo anterior, los resultados encontrados en el estudio de Rosas & et al. (2016), se explican por el uso de técnica incremental oblicua, la cual logra una íntima adaptación del material a las paredes de la preparación en la zona gingival disminuyendo así la posibilidad de generar una brecha, ya que existe un control visual de cada incremento. Además, al ser una resina convencional presenta cambios en su composición basados en sus variaciones en el relleno y matriz orgánica, lo que permite un mejor manejo, ya que presentan una menor contracción de polimerización y son menos pegajosas, por tal razón se demostró que la profundidad de infiltración del borde cavosuperficial gingival fue significativamente menor para la convencional, comparada con la Bulk Fill, de tal forma se demostró que la presencia de infiltración está más influenciada por la técnica restauradora.

Por otra parte, Flores & Balseca (2016) y Hoseinif & et al. (2020) concuerdan en cada uno de sus estudios que no hubo diferencia significativa entre la implementación de la técnica Bulk Fill y la técnica incremental.

Actualmente en la aplicación de composites dentales obtener un adecuado contacto proximal en las restauraciones de resina compuesta es de gran complejidad para el operador clínico, en las que cabe resaltar las restauraciones Clase II; ya que este tipo de cavidades proximales se ven afectadas por el tipo de diente que se esté restaurando, la masticación y las diferentes técnicas implementadas en los procedimientos de restauración (El-Shamy & et al., 2019).

Es así como, Pacheco & et al. (2015) exponen que la profundidad de la preparación cavitaria es significativa al momento de la práctica clínica, ya que a medida que aumenta la profundidad se incrementa la posibilidad de desajuste, presencia de brechas y desadaptación del

material, lo cual se demostró en el estudio; de este modo se afirma que, al aumentar la profundidad de la preparación, disminuye la capacidad de control visual por parte del odontólogo, lo que demuestra mayores desventajas al momento de la aplicación clínica del composite dental en la preparación cavitaria y longevidad de la restauración. Del mismo modo uno de los principales inconvenientes que presentan las restauraciones en resina es la contracción volumétrica, que influyen principalmente la formación de espacios (GAP) en la interfaz de restauración dental, lo que permite microfiltraciones dando lugar a el paso de microorganismos y fluidos orales que influyen en la longevidad de la restauración.

Del mismo modo, Patel & et al. (2018) durante su estudio evaluaron la adaptación de la cavidad de tres materiales compuestos Bulk Fill diferentes en la cavidad de clase II de los premolares mediante la evaluación de la microfiltración y la formación de microespacios entre el diente y el material de obturación con estereomicroscopio y microscopio electrónico de barrido; obteniendo como resultado que existe una diferencia significativa entre las microfiltraciones de diferentes compuestos de relleno Bulk Fill evaluados, como lo fue la resina Filtek Bulk Fill, la cual mostró menor microfiltración y una mejor adaptación marginal en comparación con Tetric N- Composites Ceram y X-tra Fil Bulk Fill; aunque teniendo en cuenta que la microfiltración se presentó independientemente del compuesto de relleno granel usado.

Por otra parte, Alasbahi (2019) en su estudio sobre una perspectiva de la microfiltración marginal en restauraciones de resina compuesta de clase II usando diferentes tipos y técnicas, realizado mediante un estudio *in-vitro*, concluyo que no existe una diferencia significativa en la microfiltración marginal de la restauración cavitaria independientemente del tipo de resina usado o de la técnica de aplicación utilizada para restaurar la cavidad en el manejo clínico.

Finalmente, la permanencia del composite dental en boca no solo depende de los excelentes compuestos del mismo, sino también de un buen proceso de adhesión durante el acondicionamiento del diente a restaurar. Por ello Turkistani & et al. (2020) afirman que la formación de espacios en algunos composites puede deberse al atrapamiento de aire durante la aplicación, además afirma que los adhesivos con monómeros de Metacrilóxidecilsfosfato Dihidrogenado (10-MDP) interactúa con el calcio de la hidroxiapatita formando un enlace hidrolíticamente estable, Como en el adhesivo Clearfil SE Bond 2 quien presento el menor grado de microfiltración y aunque el Tetric N-Bond Universal también contiene 10-MDP, presento mayor formación de espacios y microfiltración, atribuyendo el hecho a que este adhesivo se clasifica como ultra suave con pocos nanómetros en interacción con dentina, la cual puede verse afectada por la tensión en el proceso de polimerización, por otro lado el adhesivo Tetric N-BondSelf-Etch es un adhesivo sin HEMA, por lo tanto, el aumento del contenido de agua reduce la concentración de monómeros, lo que dificulta la infiltración efectiva de los monómeros en la dentina, basado en que la hidrofilia de HEMA mejora la humectación de la dentina y permite una penetración suficiente del monómero de resina en el sustrato dental.

Así mismo, según se evidenció en el estudio de Castro et al. (2018) y Falconí et al. (2016), concuerdan con que los dos tipos de sistemas adhesivos probados presentaron huellas de microfiltración marginal, siendo menos evidentes con los sistemas de acondicionamiento total, por tal razón se refiere que los sistemas adhesivos autograbantes, por su propia característica de composición, no poseen una acción eficaz sobre el esmalte, lo cual estaría relacionado con un bajo pH, de alrededor de 0,9, que ocasionaría una pobre interacción sobre el esmalte; sin embargo, los resultados mostraron un comportamiento similar de los sistemas adhesivos evaluados, en efecto se

disminuiría la acción de los sistemas autograbadores sobre el esmalte dental, de tal forma se demostró que los niveles de microfiltración marginal fueron similares entre ambas técnicas adhesivas y que el número de pasos no es tan relevante como los componentes químicos que contengan.

En concordancia Oliveira & et al., (2015) sostienen que los sistemas adhesivos suaves no presentan diferencias en la fuerza de unión de la dentina, sin embargo, el contenido de monómeros ácidos podría afectar la fuerza de la unión, entre los enfoques de grabado y enjuague y autograbado, puesto que los mecanismos generales para la unión adhesiva al esmalte y la dentina se basan esencialmente en la desmineralización superficial, seguida de la infiltración de monómeros de resina, que tras la polimerización se entrelazan micromecánicamente en las porosidades creadas; ya que la interacción superficial de estos materiales con el sustrato de dentina sin fijación previa de ácido fosfórico podría conducir al riesgo de sensibilidad posoperatoria y la posibilidad de que las fibrillas de colágeno sufran fenómenos de degradación, que podrían comprometer la estabilidad de la unión con el tiempo, por lo que actualmente recomiendan adhesivos de autograbado suave para la adhesión a la dentina y en cuanto a la unión a esmalte, el uso de grabado ácido previo aumenta la fuerza de unión, sugiriendo la estrategia de grabado y enjuague para mejorar la adherencia al esmalte, puesto que los adhesivos universales y autograbantes tienen una composición menos ácida en comparación con el ácido fosfórico, perjudicando el proceso para crear porosidades microrretentivas apropiadas, llegando a comprometer la adhesión en esmalte.

Por lo que es indispensable realizar una correcta adhesión entre material de relleno y las paredes del diente que conforman la restauración, entrando aquí la acción de los adhesivos que consiste en anular o disminuir las tensiones ocurridas durante el proceso de polimerización de las

resinas evitando que se produzca daño en la integridad marginal de la restauración (Almosa & et al. 2019).

Conclusiones

Al comparar los datos obtenidos se encontraron diferencias significativas de microfiltración entre resinas de fotocurado convencionales y resinas Bulk Fill independientemente del sistema adhesivo que se uso al momento de su aplicación clínica, concluyendo que:

Las resinas convencionales generaron menor microfiltración al momento de su aplicación clínica y las resinas de tipo Bulk Fill generaron mayor microfiltración.

La técnica de aplicación independiente del tipo de resina a implementar no tuvo diferencia significativa.

En cuanto al proceso de adhesión del diente a restaurar, no se encontró diferencia significativa independientemente del adhesivo que se use.

Se determinó que el adhesivo autograbador (V generación) debe ser implementado en presencia de tejido dentinario.

Finalmente se determinó que el adhesivo convencional (IV generación) debe ser implementado en presencia de esmalte.

Recomendaciones

Para futuras investigaciones se recomienda realizar el estudio de microfiltración en resinas de fotocurado de manera experimental en dientes naturales, utilizando diversos compuestos de resina, preferiblemente de diferentes marcas comerciales.

Puesto que la microfiltración es un fenómeno multifactorial, se recomienda profundizar en factores causales tales como la incidencia del fotocurado en la resina y la contracción por polimerización que este pueda llegar a generar.

Se recomienda tener en cuenta los resultados y artículos en este estudio como ayuda y refuerzo de conocimiento para otros trabajos de investigación que pretendan evaluar la comparación de la microfiltración entre resinas de fotocurado con dos sistemas adhesivos.

Referencias Bibliográficas

- Abdelaziz K., Saleh A. (2018). Influence of adhesive-composite application modalities on their bonding to tooth structure and resistance of the performed restorations to failure. *Journal of Dental Sciences*, 13, 378-385.
- Abo Al-Hana, D., El-Messairy, A., ShohaybH, F & Alhadainy H. (2013) Micro-shear bond strength of different composites and glass-ionomers used to reinforce root dentin. *Tanta Dental Journal*, 10, 58-60.
- Acurio, P., Falcón, G., Casas, L. (2017). Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. *Odontología Vital* 27(0),69-77.
- Alasbahi, B. (2019). A perspective of marginal microleakage in class II composite resin restorations using different types and techniques: an *in-vitro* study. *J Oral Res*, 8(1), 22-29.
- Almeida, L., Penha, K., Souza, A., Lula, E., Magalhães, F., Lima, D., & Firoozmand .(2017). Is there correlation between polymerization shrinkage, gap formation, and void in bulk fill composites? A μ CT study. *Restauracions orales Brazil*, 31(e), 100-110.
- Almosa, N. A., Alqasir, A. M., Aldekhayyil, M. A., Aljelayel, A., & Aldosari, A. (2019). Enamel demineralization around two different orthodontic bracket adhesive systems: An in vivo study. *Saudi dental journal*, 31 (0), 99-104.
- Alnazzawi, A. (2014). Dependiente de la temperatura tensión de contracción de polimerización cinética de resina de composites. *Dental materials* 30 (E), 654-660.

- Al-Harbi, F., Kaisarly, D., Bader, D., & El Gezawi, M. (2016). Marginal Integrity of Bulk Versus Incremental Fill Class II Composite Restorations. *Operative Dentistry*, 41(2), 146-156.
- Alsagob, E., Bardwell, D., Ali, A., Khayat, S., & Stark, P. (2018). Comparison of microleakage between bulk-fill flowable and nanofilled resin-based composites. *Interventional medicine & applied scireal* 10 (2), 102–109.
- Aregawi W. & Fok, A. (2017b). $1 / (2 + R_c)$: A simple predictive formula for laboratory shrinkage-stress measurement. *Dental materials*, 33 (5), 536–542.
- Bader M., Ibañez M. (2014). Evaluación de la interfase adhesiva obtenida en restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo universal utilizado con y sin grabado ácido previo. *Revista Clínica De Periodoncia Implantología y Rehabilitación Oral*, 7(3), 115-122.
- Barcellos, D., Palazon, M., Pucci, C., Gomes, C., & de Paiva, S. (2011). Effects of Self-Etching Adhesive Systems Used in the Dental Modelling Technique on the Cohesive Strength of Composite Resin. *The Journal of Adhesion*, 87:154–161.
- Bakhsh, T., Altouki, N., Baesa, L., Baamer, R., Alshebany, R., Natto, Z., Nasir, A., Turkistani, A., FaHasanain, F & Naguib, G. (2019). Effect of self-etch adhesives on the internal adaptation of composite restoration: a CP-OCT Study. *Odontology*, 107(0), 165–173.
- Behery H., El-Mowafy O., El-Badrawy W., Nabih S & Saleh B, (2018). Gingival microleakage of class II bulk-fill composite resin restorations. *Dent Medic Probl.* 55(4), 383–388.
- Benetti, A., Havndrup, C., Honore, D. Pedersen, M. & Pallesen, U. (2015). Bulk-Fill Resin Composites: Polymerization Contraction, Depth of Cure, and Gap Formation. *Operative Dentistry*, 40(2), 190-200.

- Cáceres, M. E., Gómez, M. M., Cuevas, C. E., García, F. M. & Grazioli, G. S. (2020). Estudio in vitro de la relación entre resistencia de unión a esmalte dental y microfiltración en resinas compuestas fotopolimerizables. *Odontoestomatología*, 22 (35), 38-49.
- Castro, L., Medina, J., Huertas, G., Moscoso, M. & García, C. (2018). Grado de microfiltración marginal utilizando adhesivos con técnica grabado total y grabado selectivo del esmalte. *Revista Estomatol Herediana*, 28(3), 153-159.
- Cidreira, L., Goncalves, F., Costa, T., Ferracane, J. & Versluis, A., Braga, R. (2010). Polymerization stress, shrinkage and elastic modulus of current low-shrinkage restorative composites. *Dental materials*, 26(12), 1144-1150.
- Cho, E., Sadr, A., Inai, N. & Tagami, J. (2011). Evaluation of resin composite polymerization by three-dimensional micro-CT imaging and nanoindentation. *Dental materials*, 27(11), 1070-1078.
- Colak, H., Ercan, E & Hamidi M. (2016). Shear bond strength of bulk-fill and nano-restorative materials to dentin. *European Journal of Dentistry*, 10, 40-45.
- Corral, C., Vildósola, P., Bersezio C., Alves, E., Fernández, E. (2015) state of the art of bulk-fill resin-based composites: a review. *Revista Facultad De Odontología Universidad De Antioquia*, 27(1).
- Dačić, S., Mitić, A., Nikolić, M., Cenić, M., Stošić, N., & Simonović D. (2016). The effect of polymerization technique on marginal index of composite fillings in dentin. *Acta facultatis medicae naissensis*, 33(2),127-134.

- Da Silva, T. K., Americano, G., Medina, D., Athayde, G., Letieri, A., y Maia, L. (2019). Adhesiveness of bulk-fill composite resin in permanent molars submitted to *Streptococcus mutans* biofilm. *Original research Pediatric Dentistry*, *33(0)*, 111.
- Doustfateme, S., Khosravi, K., & Hosseini S. (2018). Comparative evaluation of microleakage of bulk-fill and posterior composite resins using the incremental technique and a liner in CL II restorations. *J islam dent assoc iran*, *30(1)*, 1-8.
- El-Eraky, M., Abdel-Fattah, W., & El-Said, M. (2014). Clinical assessment of a nanohybrid and silorane low shrinkage composite in class I cavity preparation (preliminary report). *Tanta Dental Journal* *11 (2)*, 130-138.
- El-Damanhoury, H., & Platt, J. (2014). Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Operative Dentistry*, *39 (4)*, 374-382.
- El-shamy, H., Sonbul, H., Alturkestani, N., Tashkandi, A., Loomans, B., Dörfer, C., & El-badrawy, W. (2019). Proximal contact tightness of class II bulk-fill composite resin restorations: An *in vitro* study. *Dental Materials Journal* *38 (1)*, 96–100.
- Falconí, G., Molina, C., Velásquez, B., Armas, A. (2016). Evaluación del grado de microfiltración en restauraciones de resina compuesta, comparando dos sistemas adhesivos tras diferentes períodos de envejecimiento. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, *27 (281)*, 2.
- Ferracane, J., Hilton, T., Stansbury, J., Watts, D., Silikas, N., Ilie, N... Hickel, R. (2017). Academy of dental materials guidance—resincomposites: part II—technique sensitivity (handling, polymerization, dimensional changes). *Dental materials*, *33 (11)*,1171-1191.

- Fejjeri-Mezghanni, M., Jaafoura, S., Kikly, A. & Sahtout, S. (2017). Silorane versus methacrylate composites: A comparative study of the micro-leakage. *New Trends and Issues Proceedings on Advances in Pure and Applied Science*, 9, 58–65.
- Flores, E. A. Y Balseca, E. G. (2016). Grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material mono incremental y uno convencional. *Pol. Con, I(1)*, 3-18.
- Fok, A., & Aregawi, W. (2017a). The two sides of the C-factor. *Dental materials*, 33, 536–542.
- Habib, A. N., & Waly, G. H. (2018). The degree of conversion and class II cavity microleakage of different bulk fill composites placed with different restorative techniques. *Future Dental Journal*, 4 (0), 231–238.
- Han, S., Sadr, A., Shimada, Y., Tagami, J. & Park, S. (2019) Internal adaptation of composite restorations with or without an intermediate layer: effect of polymerization shrinkage parameters of the layer material. *Journal of dentistry* 80, 41-48.
- Han, S., Sadr, A., Tagami, J. & Park, S. (2016). Internal adaptation of resin composites at two configurations: Influence of polymerization shrinkage and stress. *Material Dental*, 32 (9), 1085-1094.
- Hayashia, J., Espigares, J., Takagaki, T., Shimada, Y. & Tagami, J., Numata, T... Sadr, A. (2019). Real-time in-depth imaging of gap formation in bulk-fill resin composites. *Material Dental*, 35 (4), 585-596.
- Herrera, E. (2005). Fracaso en la adhesión. *Av. Odontoestomatol*, 21 (2), 21-2,63-69.

- Herrera, S., Sánchez, F., Reyes, G., Vásquez, E. Y Guerrero, J. (2016) Microfiltración en restauraciones de resina realizadas con diferentes sistemas adhesivos estudio In Vitro. *Revista Odontológica Latino Americana*, 8 (2), 41-45.
- Hoseinifar R., Mofidi M & Malekhosseini N. (2020). The Effect of Occlusal Loading on Gingival Microleakage of Bulk Fill Composites Compared with a Conventional Composite. *Journal Dent Shiraz Univ Med Sci*. 21(2), 87-94.
- Jiñez, P., García, I., Silva, J. (2020). Microfiltración marginal en cavidades clase II restauradas con resinas nano híbridas vs. Resinas nano híbridas bulk fill. Estudio in vitro. *Revista Odontología, Facultad de Odontología, Universidad Central del Ecuador*, 22(1).
- Kaisarly, D., & Gezawi, M. (2016). Polymerization shrinkage assessment of dental resin composites: a literature review. *Odontology*, 104,257–270.
- Kalliecharana, D., Gernscheida, W., Price, R., Stansbury, J. & Labrie, D. (2016). Shrinkage stress kinetics of Bulk Fill resin-basedcomposites at tooth temperature and long time. *Material Dental*, 32(11), 1322-1331.
- Kamheya, M., Gumustas & Guray, B. (2018). Color stability of bulk-fill composites exposed to different beverages and the effect of whitening dentifrices. *Oral Health Care*. 3(1), 1-6.
- Kim, R., Kim, Y., Choi, N. & Lee, I. (2015). Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *Journal of dentistry*, 43(4), 430-439.
- Kopperud, S., Rukke, H., Kopperud, H & Bruzell, E. (2017). Light curing procedures—performance, knowledge level and safety awareness among dentists. *Journal of dentistry*, 58(0),67-73.

- Lassila, L., Dupont, A., Lahtinen, k., Vallittu, P., & Garoushi, S. (2020). Effects of different polishing protocols and curing time on Surface properties of a Bulk-fill composite resin. *Chinese Journal of Dental Research*, 23 (1), 63-69.
- Lozada, M., Garzon, H. (2012) Sistemas adhesivos autograbadores, resistencia de unión y nanofiltración: una revisión. *Revista Facultad De Odontología Universidad De Antioquia*, 24.
- Liao, L., & Huang, C. (2016). Numerical analysis of effects of adhesive type and geometry on mixed-mode failure of adhesive joint. *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 68,389–396.
- Leprince, J., Palin, W., Vanacker, J., Sabbagh, J., Devaux, J., & Leloupe, G. (2014). Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *Journal of dentistry*, 42 (8), 993 – 1000.
- Maaben M., Willen S & Kern M., (2019) Bond strength of adhesive luting systemsto human dentin and their durability. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, (19),30488-3.
- Mari, L., Gil, A., & Puy, C. (2019). In vitro evaluation of microleakage in Class II composite restorations: Highviscosity bulk-fill vs conventional composites. *Dental Materials Journal*, 38(5),721-727.
- Martins L, Oliveira L, Braga S, Soares C, Versluis A, Borges GA & Veríssimo C. (2020) Effect of Composite Resin and Restorative Technique on Polymerization Shrinkage Stress, Cuspal Strain and Fracture Load of Weakened Premolars. *Journal Adhesive Dental*. 22(5),503-514.

- Mauro, S., Durao, V., Briso, A., Sundefeld, M., Rahal, V. (2012) Effect of different adhesive systems on microleakage in class II composites resin restorations. *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 34, 6–10
- Miletic, V., Peric, D., Milosevic, M., Manojlovic, D & Mitrovic, N. (2016). Local deformation fields and marginal integrity of sculptable bulk-fill, low-shrinkage and conventional composites. *Dental materials*, 32.
- Moosavi, H., Moghaddas, M., Kordnoshahri, F., & Zanjani, M. (2018). microleakage evaluation of Bulk-Fill composites used with different adhesive systems. *Journal of Dental Biomaterials*, 5(2).
- Mousavinasab, S., Ghasemi, M & Yadollahi M. (2018). Evaluation of Enamel and Dentinal Microleakage in Class II Silorane-Based and Methacrylate-Based Resin Composite Restorations Using Specific and Nonspecific Adhesives. *Journal of Dentistry* (4), 240-249.
- Munari, L., Antunes, A., Monterio, D., Moreira, A., Alvim, H & Magalhães, C. (2018) Microtensile bond strength of composite resin and glass ionomer cement with total-etching or self-etching universal adhesive. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 82, 36–4037.
- Nevárez, A., Bologna, R., Serena, E., Orrantia, E., Makita, M., & Nevárez, M. (2010). Microdureza profunda en una resina compuesta fotopolimerizada por diferentes fuentes de luz. *CES Odont*, 23(2), 25-32.
- Oliveira da Rosa, W. L., Piva, E., y Fernandes da Silva, A. (2015). Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry*, 43 (0), 65-776.

- Oliveira, L., Braga, S., Bicalho, A., Ribeiro, M., Price, R., & Soares, C. (2020). Molar cusp deformation evaluated by micro-CT and enamel crack formation to compare incremental and bulk-filling techniques. Retrieved. *Journal of Dentistry*, 74, 71-78.
- OrBowski, M., TarczydBo, B. & ChaBas, R. (2015). Evaluation of Marginal Integrity of Four Bulk-Fill Dental Composite Materials: In Vitro Study. *The Scientific World Journa*, 8.
- Pacheco, C., Gehrkuue, A., Ruiz, P. y Gainza, P. (2015). Evaluación de la adaptación interna de resinas compuestas: Técnica incremental versus bulk-fill con activación sónica. *Avances en odontoestomatología* ,31(5).
- Paganini, A., Attin, T. & Tauböck, T. T. (2020). Margin Integrity of Bulk-Fill Composite Restorations in Primary Teeth. *Materials*, 13, 3802.
- Patel, M., Bhatt, R., Makwani, D., Dave, L. & Raj, V. (2018). Comparative Evaluation of Marginal Seal Integrity of Three Bulk-Fill Composite Materials in Class II cavities: An *In vitro* Study. *Advances in Human Biology*, 8, 201-5.
- Pedram, p., Hooshmand, T & Heirari S. (2018). Effect of different cavity lining techniques on marginal sealing of class resin composite restorations in vitro. *Journal Periodontics Restorative Dent*, (7).
- Pfeifer, C. S. (2017). Polymer-Based Direct Filling Materials. *Dental Clinics of North America*, 61(4), 733-750.
- Pradeep, K., Ginjaipalli, K., Kuttappa, MA., Kudva, A & Butula, R. (2016). In vitro Comparison of Compressive Strength of Bulk-fill Composites and Nanohybrid Composite. *World Journal of Dentistry*, July-September 2016, 7 (3), 119-122.

- Quispe, E., & Limachi, A. (2018). Estudio comparativo de la dureza superficial en resinas compuestas bulk-fill aplicadas en un solo bloque. *Visión Odontológica*, 5(2),52.
- Ramos, G., Calvo, N., y Fierro, R. (2015). Adhesión convencional en dentina, dificultades y avances en la técnica. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 26 (2), 468-486.
- Reis, A., Vestphal, M., Amaral, R., Rodrigues, J., Roulet, J., & Roscoe, M. (2017) Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: A systematic review. *Dental Materials*, 31,59.
- Rodrigo, E., Stenio, A., Jonas, O., Cristiano, M., Cristiane, F., Aline, A... Marcondes, L. (2019). Biomechanical behaviour of bulk-fill resin composites in class II restorations. *Journal of the buMechanical Behavior of Biomedical Materials*, 98 (e), 255–261.
- Rosas, B., Soto R., Ruiz, A, Gainza, A., Barría, P. (2016). Estabilidad marginal de una resina condensable versus resina monoincremental activada sónicamente en restauraciones clase II: Estudio in vitro. *Avances en odontoestomatología*, 32(1).
- Sampaio, C., Fernández, J., Atria, P., Cáceres, E., Pardo, C., Freitas, A., & Hirata, R. (2019). Volumetric polymerization shrinkage and itscomparison to internal adaptation in bulk fill andconventional composites: A CT and OCT in vitroanalysis. *Material Dental*, 30(19), 585-596.
- Salem, H., Hefnawy, S & Nagi, S. (2019). Degree of Conversion and Polymerization Shrinkage of Low Shrinkage Bulk-Fill Resin Composites. *Contemp Clin Dent*, 10(3), 465–470.
- Soares, C., Faria, A., Rodrigues, M., Vilela, A., Pfeifer, C., Tantbirojn, D., & Versluis, A. (2017). Polymerization shrinkage stress of composite resins and resin cements – what do we need to know? *Dental Materials/Dentistry*,31, 62.

- Sunbul, H., Silikas, N., & Watts, D. (2016). Polymerization shrinkage kinetics and shrinkage-stress in dental resin-composites. *Dental materials* 32 (8), 998-1006.
- Turkistani, A., Areej Ata, Alhammad, R., Ghurab, R., Alahmadi, Y., Shuman, M., Jamleh, A., Naguib, G & Bakhsh, T. (2019). Bulk-fill composite marginal adaptation evaluated by cross-polarization optical coherence tomography. *Engineering*, 6(0).
- Turkistani A., Nasir A., Merdad Y., Jamleh A., Alshouibi E., Sadr A., & Tagami j., Bakhsh T., (2020). Evaluation of microleakage in class-II bulk-fill composite restorations. *Journal of Dental Sciences*.
- Van Ende, A., De Munck, J., Pedrollo, D., & Van Meerbeek, B. (2017) Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *The journal of Adhesive Dentistry*. 19(2).
- Vasconcelos R., Cavalcanti C., Gondo R., Batalha S., Karina J., & Monteiro S. (2019). Bulk-fill composite restorations step-by-step description of clinical restorative techniques Case reports. *International Journal Of Dental Sciences*, 21(2), 23-31.
- Varella, R., Garcia, F., & Demarco, F. (2002). Os adesivos simplificados reduzem efetivamente o tempo de trabalho. *JBD Curitiba*, 1 (4), 338-34.
- Veloso, S., Lemos, C., De Moraes, S., Do Egito Vasconcelos, B., Pellizzer, E., & De Melo Monteiro, G. (2018). Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, 23(1), 221–233.
- Wang, Z. & Chiang, M. (2016a). System compliance dictates the effect of composite filler content on polymerization shrinkage stress. *Dental materials*, 32(4), 551-560.

- Wang, Z. & Chiang, M. (2016b). Correlation between polymerization shrinkage stress and C-factor depends upon cavity compliance. *Dental materials*, 32(3), 343–352.
- Watts, D. & Alnazzawi, A. (2014). Temperature-dependent polymerization shrinkage stress kinetics of resin-composites. *Material Dental*, 30(6), 654-660.
- Welter, C., Aldrighi, E., Oliveira Da Rosa, W., Fernandes Da Silva, A., & Piva, E. (2018) Polymerization shrinkage stress of resin-based dental materials: a systematic review and meta-analysis of composition strategies. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 82, 268-281.
- Weig, K., Magalhães Filho, T., Costa Neto, C., & Costa, M. (2014). Evaluation of polymerization shrinkage of dental composites by an optical method. *Materials Science and Engineering*, 47(3), 70-76.
- Zavattini, A., Mancini, M & Mangani F. (2018). Micro-computed tomography evaluation of microleakage of Class II composite restorations: An in vitro study. *European Journal of Dentistry*, 12(3), 369-374.