



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA

**ESTUDIO DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN EN  
RESTAURACIONES CLASE 5 REALIZADAS CON  
RESINA BULK FILL.**

Trabajo Especial de Grado para optar al título de Odontólogo

Autores: Génesis Carrasquero

Grecia Pérez

Tutor: Prof.Od.Esp.PhD Robert Ramírez

Mérida – Venezuela, Septiembre 2019

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente agradecemos a Dios, por darnos vida, salud y perseverancia para cumplir nuestros sueños y metas propuestas.

A la Universidad de Los Andes, por habernos permitido ser parte de ella, abriendo las puertas de su seno científico para estudiar nuestra carrera, también a los diferentes docentes que compartieron sus conocimientos y nos ayudaron a crecer profesionalmente.

Al Dr. Robert Ramírez, por el apoyo, la dedicación y paciencia para con nosotras, aceptando ser nuestro tutor, impartiendo sus conocimientos científicos, lo que hizo posible que esta tesis diera frutos.

A nuestros padres, por impulsarnos siempre a lograr lo que nos proponemos, por mostrarnos el camino hacia la superación, por permitirnos aprender más de la vida a su lado. Esto es posible gracias a ustedes.

A nuestros familiares, que de alguna manera estuvieron presentes en el camino de nuestra formación académica, compartiendo buenos y malos momentos, brindándonos su apoyo incondicional.

A nuestros amigos, que nos acompañaron a lo largo de la carrera, por impulsarnos en nuestros momentos de debilidad, en las alegrías y celebraciones.

A todos Gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
RESUMEN .....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.1 Definición y contextualización del problema .....	3
1.2 Objetivos .....	5
1.2.1 Objetivo general.....	5
1.2.2 Objetivos específicos .....	6
1.3 Sistema de Hipótesis .....	6
1.4 Justificación.....	6
CAPÍTULO II .....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Antecedentes .....	7
2.1.1 Resina bulk fill.....	7
2.1.2 Tiempo clínico para la colocación de restauraciones .....	11
2.1.3 Sellado marginal de las restauraciones de resina compuesta.....	12
2.1.4 Métodos de medición de la microfiltracion .....	14
2.2 Bases conceptuales.....	15
2.2.1 Sustrato Dental.....	15
2.2.2 Resinas compuestas .....	16
2.2.3 Técnica de restauración incremental.....	26
2.2.4 Técnica de restauración en bloque.....	27

2.2.5	Resinas Bulk Fill.....	27
2.2.6	Sellado marginal .....	29
2.2.7	Microfiltración y problemas derivados de la filtración de las restauraciones de resina compuesta .....	29
CAPÍTULO III.....		32
MARCO METODOLÓGICO.....		32
3.1	Tipo y Diseño de la investigación.....	32
3.2	Unidades de estudio .....	32
3.3	Variables .....	32
3.4	Técnica e instrumento de recolección de datos.....	32
3.5	Materiales.....	33
3.6	Procedimiento .....	34
3.7	Aspectos Bioéticos .....	43
3.8	Plan de análisis de resultados.....	43
CAPÍTULO IV.....		44
RESULTADOS.....		44
4.1	Medidas de Microfiltración.....	44
4.2	Efectos inter-sujetos.....	46
CAPÍTULO V .....		48
DISCUSIÓN .....		48
CAPÍTULO VI.....		54
CONCLUSIONES .....		54
REFERENCIAS.....		55
ANEXOS .....		62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sellado Apical.....	34
Figura 2. Cavidad clase V, profundidad 2mm. ....	34
Figura 3. Cavidad clase V, ancho 3mm.....	35
Figura 4. Cavidad clase V, altura 3mm.....	35
Figura 5. Grabado ácido.....	36
Figura 6. Aplicación del adhesivo (Te-EconomBond).....	36
Figura 7. Fotocurado.....	36
Figura 8. Restauración de resina Tetric® N-Ceram BulkFill.....	37
Figura 9. Restauración por vestibular y palatino.....	37
Figura 10. Pulido de la restauración.....	38
Figura 11. Restauración sellada con tirro.....	38
Figura 12. Capa de esmalte de uñas.....	39
Figura 13. Especímenes con esmalte de uñas.....	39
Figura 14. Termociclado temperatura 55° C.....	40
Figura 15. Termociclado temperatura 5° C.....	40
Figura 16. Especímen en azul de metileno.....	41
Figura 17. Especímen en fijador radiográfico.....	41
Figura 18. Corte del especímen con fresa.....	42
Figura 19. Corte del especímen con disco metálico.....	42
Figura 20. Corte realizado.....	42
Figura 21. Gráfico del grado de microfiltración en esmalte y dentina con ambos materiales.....	45
Figura 22. Gráfico de relación de la filtración sobre el sustrato esmalte y dentina con ambos materiales.....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadísticos descriptivos. Variable dependiente	
microfiltración.....	45
Tabla 2. ANOVA Univariado en dos niveles para la variable dependiente	
microfiltración.....	46



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA

## **ESTUDIO DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN EN RESTAURACIONES CLASE 5 REALIZADAS CON RESINA BULK FILL.**

Trabajo Especial de Grado para optar al título de Odontólogo

Autores: Génesis Carrasquero  
Grecia Pérez

Tutor: Prof.Od.Esp.PhD Robert Ramírez  
Mérida – Venezuela, Septiembre 2019

### **RESUMEN**

**Introducción:** En la evolución de la odontología restauradora se crea un nuevo tipo de resina con diferentes características llamadas bulk fill, estas son mayormente usadas en el sector posterior, su aplicación es en un solo bloque de 4 a 5 milímetros. **Objetivo:** Evaluar el grado de microfiltración de las restauraciones clase 5 con resinas bulk fill en márgenes ubicados en esmalte y dentina. **Metodología:** Se utilizaron 15 unidades de estudio, piezas dentarias permanentes extraídas sanas, se realizaron cavidades clase 5 en esmalte y dentina por vestibular y palatino, las cuales median 3mm de ancho por 3 mm de altura y 2 mm de profundidad, posteriormente utilizando la técnica adhesiva de grabado ácido total, las cavidades fueron obturadas por vestibular con Tetric® N-Ceram Bulk Fill y por palatino con Te-Econom Plus. Se procedió a realizar un termociclado manual alternando entre temperaturas de 55°C y 5°C manteniéndose 30 segundos en cada temperatura, cumpliéndose 500 veces este ciclo, después del termociclado las piezas fueron llevadas a un recipiente con azul de metileno al 0,5% por 24 horas. Para evaluar la presencia de microfiltración se escanearon las muestras. Para el análisis estadístico usamos un ANOVA Univariado para determinar diferencias entre ambos grupos, experimental y control, el valor de  $p=0,05$ . **Resultados:** ANOVA Univariado: nivel 1 variable sustrato el valor de  $p=,000$  con diferencias estadísticas significativas. Nivel 2 variable material con un valor de  $p=,545$  sin diferencias estadísticas significativas. En la interacción entre el material y el sustrato, con un valor de  $p=,599$  sin diferencias estadísticas significativas. **Conclusiones:** No hay diferencias en la microfiltración entre resinas bulk fill y resinas convencionales tanto en esmalte como en dentina, esta es dependiente del sustrato.

**Palabras Clave:** Resina Compuesta, bulk fill, microfiltración marginal.

## INTRODUCCIÓN

Durante el desarrollo de los materiales restauradores se ha buscado un material que cumpla con los requisitos estéticos, mecánicos y biológicos necesarios para devolver la anatomía dental. Las resinas compuestas cumplen a cabalidad con cada uno de estos requisitos, sin embargo, se ha demostrado que en cuanto a la adaptación marginal y contracción de polimerización dependen de la técnica de colocación, la cual es por incrementos de 2 mm, convirtiendo ésta en una técnica sensible de tiempo prolongado en el sillón odontológico.

En la evolución de la odontología restauradora se crea un nuevo tipo de resina con diferentes características llamadas bulk fill. Estas son mayormente utilizadas en el sector posterior, su aplicación es en un solo bloque de 4 a 5 milímetros ya que en su contenido presenta aceleradores de polimerización y filtros sensibles a la luz, así como también translucidez, que permite un curado profundo reduciendo el tiempo de trabajo y dando mayor rapidez al profesional. Dicha eficacia va de la mano de una adecuada luz de polimerización, que ha venido innovando a la par de los materiales dentales, la cual contribuye a reducir la contracción del material.

La ventaja de la resina nombrada radica en la sencilla colocación de ésta, que simplifica la técnica, ya que en el sector posterior es más complicado restaurar debido a la presencia de salivación, fluido crevicular, grandes cavidades de difícil acceso en algunos pacientes particulares tales como: niños, pacientes con traumatismos, con problemas temporomandibulares y otras necesidades especiales.

Entre las desventajas más polémicas de las resinas se encuentra la microfiltración marginal, que consiste en el paso de fluidos y bacterias a la interface entre la superficie dentaria y el material restaurador. Se hace importante el estudio de este problema, ya que puede ocasionar caries recidivante, sensibilidad, decoloración de los márgenes de la restauración definiendo así el éxito o fracaso en el tiempo.

El presente trabajo especial de grado se estructuró de la siguiente manera:

- Capítulo I
  - Definición y contextualización del problema
  - Objetivo general

- Objetivos específicos
- Sistema de hipótesis
- Justificación

- Capítulo II. Marco teórico

- Antecedentes
- Bases Conceptuales

- Capítulo III. Marco metodológico

- Tipo y diseño de la investigación
- Unidades de estudio
- Variables
- Técnica e instrumentos de recolección de datos
- Materiales
- Procedimiento
- Aspectos bioéticos
- Plan de análisis de resultados

- Capítulo IV. Resultados

- Medidas de microfiltración
- Efectos inter-sujetos

- Capítulo V. Discusión

- Capítulo VI. Conclusiones

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se planteará el problema, el objetivo general, los específicos, las hipótesis y la justificación.

### **1.1 Definición y contextualización del problema**

En la actualidad las resinas compuestas se han convertido en el material de primera elección en restauraciones directas, debido a sus propiedades físicas y mecánicas. Estudios sugieren que la cantidad de desgaste a la masticación de las resinas en el sector posterior es similar al de la amalgama dental, avalando su uso en distintas cavidades.<sup>(1), (2)</sup>

En 1962 el Dr. Ray L Bowen fue quien desarrolló un nuevo tipo de resina compuesta que consistía en una matriz de Bisfenol-A-Glicidil Metalcrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno, cuya molécula contiene grupos silánicos en un extremo y grupos metalcrilatos en el otro.<sup>(3), (4)</sup>

Este material alcanza el ámbito estético, propiedades mecánicas, resistencia a la fractura y al desalajo, también va de la mano a un adecuado grado de polimerización, que dependerá tanto de la calidad e intensidad de la luz de fotocurado, como de la técnica utilizada para la colocación de la resina<sup>(2), (5)</sup>. Los composites fueron modificados para obtener color, translucidez y opacidad, imitando el color natural de los dientes, haciendo de este material uno de los más aceptados estéticamente por las exigencias de los pacientes.<sup>(6), (7)</sup>

Durante la colocación de las resinas compuestas se debe controlar la humedad del campo operatorio, así como realizar una adecuada preparación del sustrato dentario, para recibir una técnica adhesiva en buenas condiciones y así evitar la con

tracción de polimerización, lo que hace de esta una técnica sensible, dicha contracción de polimerización es una de las desventajas de este material ya que genera estrés en la interface diente-restauración, debilita el sellado marginal y la integridad de la restauración, causando la separación de la misma lo que permite microfiltración de bacterias ocasionando caries secundaria, hipersensibilidad a la masticación o al frío, irritación pulpar y decoloración de los bordes de la restauración (4), (8), (9), (10), (11), (12), (13), (14), (15), (16). Aunque muchas técnicas han sido recomendadas para disminuir la contracción de polimerización, la más utilizada es la incremental, que consiste en llevar el material en capas de 2 mm reduciendo el volumen de resina curada en un tiempo (17), (18) (19), (20), (21) (22) (23), (24), (25). Sin embargo, este procedimiento podría proporcionar burbujas de aire, desvinculación entre capas, problemas durante la colocación de la resina especialmente en las áreas posteriores de difícil acceso, con cavidades profundas que a menudo requieren un largo tiempo en el sillón odontológico. (26)

Con los avances de los materiales dentales y en busca de mejorar las propiedades mecánicas, se han creado diversos tipos de resinas con otra alternativa de restauración en el sector posterior y con diferentes características. Dentro de ellas se creó la resina nanohibrida Bulk Fill, la cual rompe con los métodos tradicionales de aplicación del material, convirtiéndolo en un procedimiento sencillo, de colocación por bloques de 4 a 5 mm (27). Siendo una técnica restauradora monoincremental es considerada una ventaja, ya que optimiza el tiempo de trabajo sin alterar los resultados clínicos pues solo necesita 10 segundos de fotocurado, esto se logra por la presencia en su interior de aceleradores de polimerización como la ivocerina y monómeros de nueva tecnología (AUDMA y AFM) que minimizan el estrés de polimerización, aunado a esto presenta filtros sensibles a la luz y una alta traslucidez en el color logrando un curado de mayor profundidad con lámparas de más de 1000 mW/cm<sup>2</sup>. (9), (28), (29), (30), (31), (32), (33), (34), (35), (36), (37), (38), (39), (40)

La ivocerina es un compuesto de germanio de dibenzoil, el cual es un potenciador que proporciona más reactividad a las luces de polimerización que la canforquinona o la lucerina, a su vez este permite que la traslucidez del material se

establezca a un nivel del 15%, valor similar al esmalte natural. La resina bulk fill acorta el tiempo de trabajo clínico, útil en pacientes donde el tiempo de tratamiento juega un rol muy importante tales como niños, pacientes ansiosos, pacientes con disfunciones temporomandibulares, que no pueden mantener la boca abierta por tiempo prolongado.<sup>(41)</sup>

Las características que cumple este material son: contracción de polimerización reducida, profundidad de fotoactivación alta y ser fácilmente adaptables a la cavidad, además ser moldeables para generar correctos contactos interproximales. Entre las nuevas resinas, se encuentra la Tetric® N-Ceram Bulk Fill de la casa dental Ivoclar, que es una resina compuesta fotoactivada de baja contracción, diseñada para la colocación directa del material en la preparación cavitaria, por medio de la técnica monoincremental, indicada para todas las clases de preparaciones en dientes posteriores.<sup>(42), (43)</sup>

Actualmente se han realizado estudios donde se han comparado las técnicas de colocación de las resinas bulk fill con resinas convencionales, el grado de sellado marginal en esmalte y dentina de restauraciones clase I y clase II<sup>(42), (43), (44), (45), (46), (47), (48), (49)</sup>. También las propiedades mecánicas<sup>(50)</sup>, de acuerdo al efecto del curado (distancia del curado, modo de radiación, tiempo de exposición y potencia de la lámpara) de las resinas bulk fill<sup>(51)</sup>. Otros autores estudiaron la contracción de polimerización de los materiales bulk fill de alta y baja viscosidad en comparación con resinas convencionales<sup>(52)</sup>, también se estudió la contracción de polimerización con diferentes protocolos de curado en ambos tipos de resina<sup>(53)</sup>. Debido a la falta de información acerca del comportamiento de la microfiltración en los tejidos del diente, surge la necesidad de estudiar la resina bulk fill en la interface de las restauraciones clase 5 en esmalte y dentina.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Evaluar el grado de microfiltración de las restauraciones clase 5 con resinas bulk fill en márgenes ubicados en esmalte y dentina.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Estimar el grado de microfiltración en restauraciones de resinas bulk fill ubicados en esmalte.

Estimar el grado de microfiltración en restauraciones de resinas bulk fill ubicados en dentina.

Comparar el grado de microfiltración en restauraciones de resinas bulk fill vs restauraciones de resina convencional.

### **1.3 Sistema de Hipótesis**

H<sub>0</sub>: El grado de microfiltración de las resinas bulk fill de restauraciones clase 5 es similar al grado de microfiltración de las resinas de química convencional.

H<sub>1</sub>: La utilización de resinas bulk fill aumenta el grado de microfiltración de restauraciones clase 5 que la resina de química convencional.

### **1.4 Justificación**

En los últimos años los materiales dentales han sido mejorados buscando satisfacer las exigencias de los pacientes como lo son la durabilidad de las restauraciones en el sector posterior, el buen sellado marginal, disminución de la microfiltración, mejora en las propiedades mecánicas, resistencia a las fuerzas oclusales, mejor estética, y menor tiempo de trabajo para el odontólogo, lo que se traduce en disminución de la fatiga para el paciente. La tendencia innovadora de las resinas bulk fill crea una nueva opción para el clínico, ya que sus principales ventajas son acortar el tiempo de trabajo y así disminuir los costos, por ser colocada en bloques representando una menor complejidad al restaurar. Tomando en cuenta la falta de investigaciones sobre el tema, surge la necesidad de establecer diferencias entre este material con la resina convencional en relación a la interface diente-restauración, buscando estudiar los resultados en cuanto al grado de microfiltración en restauraciones clase V en márgenes ubicados en esmalte y dentina.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se expondrán los antecedentes vinculados al tema de investigación así como también se desarrollará el marco teórico con información pertinente a la temática de estudio.

#### **2.1 Antecedentes**

A continuación se presentarán los antecedentes por orden temático, de acuerdo al antecedente de mayor interés para la investigación hacia el de menor y posteriormente por orden cronológico del más antiguo al más reciente en cada categoría. Fueron tomadas en cuenta las siguientes categorías: resina bulk fill, tiempo clínico para la colocación de restauraciones, sellado marginal de las restauraciones de resina compuesta, microfiltración de las restauraciones de resina compuesta y métodos de medición de la microfiltración.

##### **2.1.1 Resina bulk fill**

Alrahlah A et al <sup>(34)</sup>. en el 2013 realizaron un estudio donde se plantearon determinar la profundidad de curado posterior a la colocación de una resina compuesta bulk fill a través del uso de los perfiles de dureza vikers. Cinco resinas bulk fill fueron examinadas (Tetric EvoCeram® Bulk Fill, X-tra base, Venus® Bulk Fill, Filtek™ Bulk Fill, SonicFill™) tres muestras de cada tipo de material fueron preparados en moldes de acero inoxidable de 4 mm de profundidad. Todas las muestras fueron almacenadas a 37°C por 24h para simular la temperatura de la cavidad bucal. Al finalizar el experimento se consiguió que la resina SonicFill exhibió la mayor dureza y que la Venus® Bulk Fill la menor, SonicFill™ y Tetric EvoCeram® Bulk Fill tuvieron mayor profundidad de curado. Se concluyó que Sonic Fill™ y Tetric

EvoCeram® Bulk Fill tienen una mayor profundidad de curado entre los compuestos estudiados.

Antivilo <sup>(46)</sup> en el 2014 realizó un estudio donde se buscó determinar las diferencias en la interface diente-restauración con resina compuesta monoincremental Tetric N ceram Bulk Fill® y resina compuesta Tetric N ceram® convencional. Fueron usados 6 terceros molares extraídos donde se prepararon cavidades clase II (ocluso-mesiales) restauradas con Tetric® N ceram Bulk Fill y cavidades clase II (ocluso-distales) restauradas con Tetric N ceram® convencional, luego las piezas fueron seccionadas y observadas. Al evaluar las interfaces diente-restauración hay falta de polimerización en las piezas restauradas con Tetric® N ceram Bulk Fill. Se concluyó que el sistema Tetric N ceram® convencional presenta un sellado marginal superior en comparación con la resina monoincremental.

Alves et al <sup>(48)</sup>. en el año 2014 realizaron un estudio para determinar la adaptación marginal de los compuestos bulk fill en cavidades clase II. Utilizaron 40 molares a los cuales le realizaron grandes cavidades de MO clase II con paredes paralelas, fueron restauradas con dos incrementos horizontales (4mm y 2mm de espesor) y curado 40 segundos, los grupos experimentales fueron (1er y 2do incremento) grupo A bulk fill/ venus diamante; grupo B Tetric EvoCeram® bulk fill/ Tetric EvoCeram®; grupo C surefill® SDR®/ ceram-x, grupo D sonicfill™; grupo E ceram-x/ ceram-x control. Después de restaurados todos los especímenes fueron sometidos a 240.000 ciclos térmicos mecánicos simultáneos por inmersión alterna en agua a 37°C en un tiempo de 2 minutos, los dientes restaurados fueron contactados por cúspides naturales, la carga oclusal máxima fue de 49N a 1,7 Hz, realizaron la evaluación por microscopia electrónica de barrido en una ampliación de 200 estándar. Sobre la base de datos recolectados, los márgenes de la dentina mostraron una discontinuidad marginal que los situados en el esmalte, aplicando técnicas de estratificación simples los materiales de relleno a granel no permiten una mejor adaptación marginal que un compuesto estándar.

Rapizza y Jael <sup>(35)</sup> en el 2015 realizó una comparación *in vitro* acerca del grado de microdureza superficial de la resina Tetric<sup>R</sup> N-Ceram Bulk Fill y la resina Sonicfill<sup>TM</sup>, según la profundidad del fotocurado. Se utilizaron 32 muestras divididas en 4 grupos Tetric<sup>R</sup> N-Ceram Bulk Fill con espesor de 2 mm y de 4 mm y Sonicfill<sup>TM</sup> igualmente de 2 mm y de 4 mm de espesor, se irradiaron desde lo más superficial, todas las muestras se almacenaron en una estufa a 37°C durante 24 horas, antes de la medición. Se encontró que la resina Sonicfill<sup>TM</sup> a los 2 y 4 mm de espesor tuvo mayor microdureza, por esto se concluyó que la resina Sonicfill<sup>TM</sup> tiene mayor microdureza superficial que la resina Tetric<sup>R</sup> N-Ceram Bulk Fill.

Sánchez et al. <sup>(49)</sup>. en el año 2016 realizaron un estudio para evaluar la adaptación marginal y la microfiltración de restauraciones clase II con resina compuesta de relleno a granel sonicfill<sup>TM</sup> utilizando diferentes técnicas de fotopolimerización. Utilizaron 40 premolares a los que le realizaron cavidades MOD, fueron restaurados con resina compuesta sonicfill<sup>TM</sup> y esculpido con una espátula. Los dientes fueron divididos al azar en cuatro grupos basados sobre la técnica de polimerización empleada; luego los especímenes fueron termociclados en agua durante 2500 ciclos entre 5 y 55°C con un tiempo de 30 segundos, después los sumergieron en una solución de nitrato de plata al 50% durante 24h, posteriormente al lavado, colocaron los especímenes en una solución reveladora y expuestos a la luz fluorescente durante 16h, se seccionaron en dirección mesio-distal en el centro de las coronas y fueron explorados con un estereoscopio con aumento de 25x, para el análisis de la microfiltración lo realizaron utilizando los parámetros no paramétricos de Kruskal-Wallis y Wilcoxon. Las puntuaciones de microfiltración en la dentina fueron significativamente mayores cuando se compara con las del esmalte. Como conclusión los autores reflejaron que el tipo de técnica de fotopolimerización fue un factor importante para el porcentaje de márgenes continuos para la dentina pero no en esmalte, sin embargo la técnica de llenado a granel utilizado por sonicfill<sup>TM</sup> facilita y

agiliza el procedimiento de restauración, pero no resuelve el problema de formación de huecos en la interface debido a la polimerización.

Kim et al. <sup>(52)</sup>. en el 2016 investigaron acerca de los efectos del método por capas y la conformación en la pared de deflexión de cavidades restauradas con compuestos bulk fill y compuestos convencionales, para estudiar la relación entre la deflexión y la contracción de polimerización. Se utilizaron 6 compuestos fotocurables, de los cuales 2 fueron compuestos convencionales (Filtek Z250 y Filtek Z350 XT fluida) y 4 fueron resinas compuestas Bulk Fill (SonicFill, Tetric N-Ceram Bulk Fill, SuereFil SDR fluida y Filtek Bulk Fill), 180 moldes de aluminio simulaban cavidades MOD fueron preparadas y clasificadas en 3 grupos con paredes de 1,2 y 3 mm de grosor, cada grupo se subdividió de acuerdo al método de capas (método a granel o método incremental). Se consiguió que las resinas bulk fill tienen mayor deflexión en comparación con los grupos de resina convencional, el grosor es inversamente proporcional a la deflexión; en cuanto al estrés de polimerización fue mayor en la resina Z350F y menor en la SDR.

Monterubbianesi et al. <sup>(26)</sup>. en el año 2016 realizaron un estudio *in vitro* en donde se evaluaron el grado de conversión y las propiedades de microdureza de 5 resinas compuestas bulk fill adicionalmente se estudió la capacidad de dos lámparas de fotocurado. Se utilizaron 5 resinas (SureFil SDR®, Fill Up!™, Filtek™, SonicFill™ y SonicFill2™) donde se realizaron muestras de 4mm de grosor preparadas usando moldes de teflón fotopolimerizando con dos lámparas LED (Elipar s10 y Demi Ultra) adicionalmente se estudió la resina SonicFill2™, el grado de conversión se determinó con un espectroscopio Raman, mientras que la microdureza Vickers se evaluó usando un tester de microdureza. La evaluación se realizó en la parte superior inmediatamente después del curado y en la parte inferior después de 24h. En todos los compuestos se logró satisfactoriamente el grado de conversión, sin embargo la SonicFill2™ mostró los mayores valores de conversión así como de microdureza, se probó que la lámpara Demi Ultra tiene un mejor curado que la Elipar S10. Se

concluyó que la mayor microdureza y el mejor grado de conversión lo alcanzó la resina SonicFill2™ y la lámpara que tuvo mejor desempeño fue la Demi Ultra.

Pineiro<sup>(38)</sup> en el 2016 realizó un estudio de caso clínico sobre la colocación de resinas compuestas directas en bloque, donde se utilizaron resinas bulk fill de la casa comercial Ivoclar. En la presentación del primer caso, se obturan dos cavidades clase II en dos piezas dentales 36 y 37 respectivamente, se colocaron incrementos de 4 mm en dichas cavidades lo cual contribuyó a un tiempo de trabajo clínico más corto y cómodo para el paciente, logrando también buenas propiedades estéticas y fácil pulido de la restauración; en el segundo caso se trata de dos lesiones cariosas clase II en piezas 14 y 15, se remueven las caries, se prepara la cavidad y se obtura igualmente con incrementos de 4 mm, se procede a pulir. El autor concluyó que los composites bulk fill pueden ser usados en el sector posterior, la técnica de colocación es sencilla, rápida, las diferencias estéticas son mínimas en comparación con resinas estratificadas y los resultados son satisfactorios para el clínico y el paciente.

### **2.1.2 Tiempo clínico para la colocación de restauraciones**

Orbe<sup>(27)</sup> en el 2015 realizó un estudio para determinar el tiempo clínico de la colocación de restauraciones posteriores con diferentes técnicas directas, evaluó 29 pacientes y 60 restauraciones en piezas posteriores distribuidas aleatoriamente en 4 grupos de 15 piezas cada uno, combinando técnicas de adhesión y técnicas de restauración: adhesivo convencional simplificado + técnica de restauración incremental; adhesivo autocondicionante simplificado + técnica incremental; adhesivo convencional simplificado + técnica de restauración en bloque; adhesivo autocondicionante simplificado + técnica de restauración en bloque. Se tomó el tiempo desde el primer paso del protocolo adhesivo hasta la polimerización del último incremento, las restauraciones realizadas con la técnica en bloque disminuyeron el tiempo clínico casi a la mitad en comparación con la técnica incremental que les dobló el tiempo. Se concluyó que la técnica en bloque es efectuada en menor tiempo de trabajo que la técnica incremental.

### **2.1.3 Sellado marginal de las restauraciones de resina compuesta**

Briceño <sup>(7)</sup> en el año 2012 realizó un estudio para determinar si existen diferencias significativas en el grado de sellado marginal cervical de restauraciones de resina compuesta clase II realizadas con dos técnicas operatorias distintas. Utilizó 30 molares, los cuales fueron almacenados en suero fisiológico con formalina al 2% en recipientes cerrados. En cada pieza dentaria realizó preparaciones cavitarias clase II, las obturó: una con técnica convencional y la otra con técnica propuesta. Restauradas las preparaciones fueron sometidas a un proceso de 100 ciclos de termociclado y luego las sumergieron en azul de metileno al 1%, este compuesto sirvió como marcador de la microfiltración. Las piezas fueron cortadas paralelas a su eje mayor pasando por ambas restauraciones exponiendo la interface diente- restauración, la microfiltración fue medida mediante la observación de los cortes a microscopio óptico con aumento de lupa de acuerdo al porcentaje de penetración del colorante, entre la pieza dentaria y la restauración. Los resultados fueron sometidos a un análisis estadístico descriptivo y análisis inferencial para verificar si había diferencias en los grupos estudiados. Finalmente concluye que la microfiltración marginal cervical entre ambas técnicas restauradoras es estadísticamente significativa, siendo menos en la técnica restauradora propuesta.

Inostrosa <sup>(19)</sup> en el año 2012 realizó una investigación con la finalidad de determinar si existen diferencias en el grado de sellado marginal *in vitro* generado entre restauraciones realizadas con resina compuesta Sonic fill™ y una resina compuesta convencional Herculite Precis®. Utilizó 20 terceros molares sanos, realizó preparaciones cavitarias proximales clase II, las preparaciones mesiales las obturó con resina compuesta Sonic fill™ en un solo bloque, las preparaciones distales las restauró utilizando resina compuesta convencional Herculite Precis® de forma incremental. Los molares fueron sometidos a un baño de 100 ciclos de termociclado, cada baño estaba constituido de azul metileno al 1% como marcador de la interface diente- restauración, terminando esto fueron cortados sagitalmente dejando expuestos

ambos cortes, las restauraciones mesiales y distales. Las porciones fueron observadas y medidas bajo microscopio óptico graduado, de esta forma se evaluó la filtración marginal existente por la distancia que recorrió el colorante en la interface diente-restauración. Los resultados obtenidos demuestran la aparición de microfiltración marginal para ambos sistemas restauradores, siendo menor para la resina Sonic fill™ comparada con la resina convencional Herculite Precis®. Como conclusión no existen diferencias estadísticamente significativas en el sellado marginal de restauraciones clase II entre ambas técnicas.

Domínguez <sup>(23)</sup> en el año 2014 realizó una investigación en el cual su objetivo fue determinar si existen diferencias en el grado de sellado marginal *in vitro* generado entre restauraciones realizadas con resina compuesta Tetric® N-Ceram Bulk Fill y una resina convencional Tetric N-Ceram. Utilizo 30 terceros molares en los que realizo 2 preparaciones cavitarias clase II, ocluso-mesial y ocluso- distal, las preparaciones distales fueron restauradas con resina compuesta Tetric® n-ceram bulk fill por medio de la técnica en bloque, mientras que las preparaciones mesiales fueron restauradas con resina Tetric n-ceram, por medio de la técnica incremental. Posteriormente los molares fueron sometidos a 100 ciclos de termociclado, cada baño a diferentes temperaturas estaban constituidos por una solución acuosa de azul de metileno al 1% como marcador de filtración de la interface diente- restauración, luego fueron cortados transversalmente pasando a través de la mitad de las obturaciones realizadas. Las muestras fueron analizadas bajo microscopio óptico, evaluando el grado de penetración que presento la solución de azul de metileno; la filtración fue medida solo en el piso cavitario, considerando ausencia de filtración cuando no existía tinción con azul de metileno entre la restauración y la pared cervical de la restauración. Los resultados demuestran la aparición de microfiltración marginal para ambos sistemas restauradores siendo menos para la resina Tetric n-ceram, comparada con la resina Tetric n-ceram bulk fill. Finalmente el autor concluye que existen diferencias estadísticamente significativas en el sellado marginal de restauraciones clase II, una tratada con Tetric n-ceram y la otra tratada con Tetric n-ceram bulk fill.

Scotti <sup>(11)</sup> en el año 2014 realizaron un estudio en el cual su objetivo fue evaluar *in vitro*, la calidad de sellado marginal de diferentes resinas compuestas en sustratos de esmalte y dentina, antes y después del envejecimiento artificial. Utilizaron 48 molares sanos sin lesiones de caries, a los cuales le realizaron 4 cavidades una sobre cada superficie (mesial, distal, lingual, vestibular) en la unión cemento-esmalte; las muestras fueron divididas aleatoriamente en tres grupos de 16 dientes cada uno según la restauración del material utilizado; grupo 1 venus diamond; grupo 2 venus diamond flow y grupo 3 flujo SDR surefil. Todas fueron restauradas utilizando técnica a granel y posteriormente polimerizadas 20 segundos. Para el procedimiento de envejecimiento y análisis de la microfiltración cada grupo los subdividieron en dos subgrupos, las muestras en cada grupo los sumergieron en una solución del tinte trazador azul de metileno, luego fueron seccionadas longitudinalmente en el centro de la restauración, estas fueron sometidas a 1000 ciclos de termociclado con un tiempo de 60 segundos de permanencia, después al subgrupo A los sumergieron en saliva artificial por 12 meses para envejecer la capa híbrida. Las imágenes de la interfaz de la restauración fueron tomadas bajo estereomicroscopio 40x y analizadas utilizando un software de análisis de imágenes, para evaluar el porcentaje de penetración del colorante. Los resultados demostraron que, sólo la interacción entre el material compuesto y el sustrato del margen, afectó significativamente el porcentaje de penetración del colorante a lo largo de la interfaz diente- restauración. Los autores concluyen que el porcentaje de infiltración en el esmalte fue menor que en la dentina.

#### **2.1.4 Métodos de medición de la microfiltración**

Pereira y Jordán <sup>(13)</sup> en el año 2007 realizaron un estudio cuyo propósito fue comparar la microfiltración *in vitro* de restauraciones clase V de resina compuesta utilizando un sistema adhesivo auto-acondicionante de pH fuerte y un sistema adhesivo de grabado total. Utilizaron 2 premolares, a los cuales le realizaron cavidades clase V en la unión cemento-esmalte de la superficie vestibular, dividieron la muestra en espécimen A y espécimen B; el A fue tratado con un adhesivo auto-acondicionante y el B fue tratado

con un adhesivo de grabado total. Seguidamente los dientes fueron inmersos en una solución de fucsina básica al 0,5% durante 24 horas a 37°C. Luego fueron seccionados longitudinalmente para ser fotografiados y observados bajo magnificación (8x) para evaluar la microfiltración de la siguiente manera 0: sin penetración del tinte; 1: penetración del tinte menos de un tercio desde el margen; 2: penetración del tinte dos tercios desde el margen; 3: penetración del tinte hasta el piso de la cavidad; 4: penetración del tinte a lo largo del piso de la cavidad. Los resultados obtenidos sugieren que el uso de sistemas adhesivos auto-acondicionantes no deben ser recomendados para la adhesión en esmalte ya que la capacidad de sellado marginal es menos efectiva comparado con la convencional técnica de grabado total. Concluyendo, la evaluación *in vitro* de la microfiltración por medio de penetración de tintes es frecuentemente utilizado para evaluar la eficacia de sellado, los resultados deben ser considerados como estudios exploratorios de la máxima microfiltración que puede esperarse teóricamente *in vivo*.

## **2.2 Bases conceptuales**

### **2.2.1 Sustrato Dental**

La estructura dentaria está constituida por el esmalte y la dentina, el primero constituye la capa más externa de los dientes y se define como el tejido más duro del cuerpo humano, está compuesto en un 95% de un mineral llamado hidroxapatita, 4% agua y 1% de colágeno. Su estructura está conformada por los prismas del esmalte, los cuales se extienden desde el límite amelocementario hasta la superficie externa de la corona clínica. La adhesión al esmalte está directamente relacionada al grabado ácido, que crea una superficie irregular duplicando su energía superficial. De esta manera se puede humedecer la superficie y arrastrar la resina a las microporosidades creadas, al polimerizar estas extensiones en las microporosidades llamadas tags forma una traba mecánica.

La dentina es el tejido más abundante del diente, está compuesta por una matriz dentinaria calcificada y las prolongaciones odontoblasticas. En su contenido hay un 70% de materia inorgánica, 18% de materia orgánica, 12% de agua, tiene los túbulos

dentinarios que penetran en su matriz dentro de los cuales se ubica la prolongación del odontoblasto. La dentina está clasificada en dentina peritubular, es la que constituye las paredes de los túbulos dentinarios, tiene alto contenido mineral y baja cantidad de fibrillas de colágeno, y la dentina intertubular ubicada por fuera de la dentina peritubular que conforma la mayor parte de la dentina, su contenido es alto en fibrillas de colágeno y sustancia intercelular amorfa.

La excavación mecánica de la dentina ya sea manual o con instrumentos rotatorios, para lograr la conformación cavitaria y eliminar la caries existente crea una capa de residuos, que obstruye la entrada de los túbulos dentinarios a lo que se le llama barrido dentinario, esta película está compuesta por materia orgánica e inorgánica que actúa como una barrera limitando la permeabilidad, lo que hace considerar su eliminación para que se de la unión de la resina a la estructura dentaria. Se ha demostrado que la fuerza de unión a la dentina es menor en presencia del barrido dentinario, también se dice que dicha fuerza es mayor cuando la dentina es grabada previo a la colocación del adhesivo.<sup>(54)</sup>

## **2.2.2 Resinas compuestas**

Desde su desarrollo por Bowen fueron introducidas en la práctica odontológica cotidiana. Su uso como material restaurador de dientes posteriores ha aumentado ampliamente en los últimos 30 años, este material comenzó a reemplazar otros materiales de restauración gracias a sus ventajas tales como la adhesión sin retención mecánica adicional, propiedades físicas y mecánicas similares a otros materiales y mejor aceptación del color, haciendo que los pacientes sean atraídos hacia una restauración más estética y duradera.<sup>(17)</sup>

### ***2.2.2.1 Composición de las resinas compuestas***

Básicamente, los composites dentales están formados por tres materiales químicamente diferentes: la matriz orgánica o fase orgánica; la matriz inorgánica, material de relleno o fase dispersa; y un órgano-silano o agente de unión entre la resina orgánica y el relleno cuya molécula posee grupos silánicos en un extremo

(unión iónica con el silano) y grupos metacrilatos en el otro extremo (unión covalente con la resina).<sup>(3)</sup>

Las propiedades del composite varían de acuerdo al tipo de relleno mineral y con el sistema de polimerización, según el tipo de partículas.

#### ***2.2.2.2 Adhesión de las resinas a la estructura dentaria***

Esta representa la fuerza que permite que dos superficies se mantengan en contacto, por lo tanto, es la fuerza que se opone a la separación de dos cuerpos lo que los mantiene en íntimo contacto.

Dado que las resinas por si solas no permiten una unión química al diente, es necesario un acondicionamiento de la superficie dentaria que ha de recibir el composite, para así lograr una adhesión física micromecánica al diente. La adhesión micromecánica se logra acondicionando el sustrato dentario mediante la creación de microporosidades que permitan la penetración de un agente adhesivo, este se une a su vez a la resina compuesta permitiendo una articulación adhesiva entre el diente y la restauración.

Buonocore logró desarrollar una técnica que consistió en aplicar ácido sobre el esmalte provocando irregularidades en la superficie, posterior a la aplicación del ácido, se debía lavar y secar la superficie obteniendo un área microporosa que permite la fuerte adhesión micromecánica entre la resina compuesta y el sustrato dentario.

El resultado de este grabado permite que se exponga toda la energía superficial del esmalte, lo que facilita la infiltración de monómeros a través de la superficie adamantina. La mayoría de las veces las resinas deben unirse al esmalte y a la dentina, sin embargo, la estructura y composición de la dentina hace que esta se comporte de manera diferente al esmalte durante el grabado ácido.

La técnica de grabado ácido total propone la remoción completa del barro dentinario, incluyendo desechos de materia orgánica, inorgánica, residuos dentinarios y bacterianos, aplicando el ácido ortofosfórico al 37 %, que luego de su acción se lava permitiendo la remoción de algunos cristales de hidroxiapatita en el esmalte,

provocando diversos patrones de grabado. En la dentina ocurre una exposición del colágeno específicamente en la dentina intertubular y se abren los túbulos dentinarios, lo que aumenta su permeabilidad. Posteriormente se elimina el exceso de agua producto de lavar el ácido, cuidando no resecar la dentina, ya que esta humedad es la responsable de mantener el colágeno expandido, sin este no estará el soporte mineral que fue acondicionado por el ácido, colapsará y eliminará los espacios que serán ocupados por el agente imprimante <sup>(23)</sup>. Este contiene monómeros con un grupo hidrofílico que permiten impregnar el sustrato húmedo de la dentina interdigitándose con la malla de colágeno, para evitar el colapso y crear una traba mecánica, también contiene un grupo hidrofóbico que permite el enlace con el monómero adhesivo <sup>(54)</sup>, luego de aplicar el agente imprimante se coloca el adhesivo y finalmente se hace polimerizar. En esta técnica se presenta el ácido separado del agente imprimante y del adhesivo, pero estos dos últimos pueden presentarse separados o ambos en un solo envase.

La técnica de grabado total tiene muchos pasos operatorios lo que la hace susceptible a errores, se han implementado adhesivos autograbantes, de esta manera el grabado ácido se hace simultáneo a la imprimación y así mismo la aplicación del adhesivo. Con esta técnica no es necesario el lavado, se hace una modificación parcial de la hidroxiapatita y del barro dentinario, el cual pasa a ser parte del sustrato adhesivo, sin embargo a pesar de ser un sistema más simplificado, no se ha demostrado que sea equivalente o superior al sistema de grabado ácido total en cuanto a su efectividad adhesiva. <sup>(23)</sup>

### ***2.2.2.3 Clasificación de las resinas compuestas***

Las resinas compuestas se pueden clasificar según:

- El contenido del relleno
- El tamaño de las partículas de relleno (el más usado)
- Composición de la matriz
- El sistema de polimerización

La clasificación de las resinas compuestas más usada es la que se basa en el tamaño de sus partículas de relleno y es la siguiente:

**-Resinas de macrorelleno:** contiene partículas de relleno cuyos tamaños oscilan entre 10 y 50 $\mu$ m, a pesar de haber sido muy utilizada se encuentra en desuso debido a que tiene un desgaste preferencial de la matriz resinosa, que propicia la prominencia de grandes partículas de relleno, las cuales son más resistentes pero se traducen en un pobre acabado superficial, poco brillo y mayor susceptibilidad a la pigmentación, ya que la rugosidad de la superficie predispone a la acumulación de placa bacteriana. Los rellenos más utilizados en estas resinas fueron el cuarzo (tiene buena estabilidad pero no es radiopaco y produce alto desgaste al diente antagonista) y el vidrio de estroncio o bario (radiopaco pero menos estable que el cuarzo).

**-Resinas de microrelleno:** sus partículas son de sílice coloidal y su tamaño va desde 0.01 a 0.05 $\mu$ m, tienen mejor comportamiento en la región anterior por las pequeñas tensiones masticatorias en esta zona, proporcionan buen pulido y brillo superficial teniendo así alta estética. El comportamiento de estas resinas en el sector posterior no es el mejor, ya que presentan mayor porcentaje de porción acuosa, alto coeficiente de expansión térmica y menor módulo de elasticidad.

**-Resinas híbridas:** estas resinas están reforzadas por una fase orgánica de vidrios de diferente composición y tamaño, sus partículas oscilan entre 0.6 y 1 $\mu$ m, al que se le incorpora sílice coloidal con partículas de 0.04 $\mu$ m de tamaño, corresponden a la mayoría de los materiales usados actualmente. Estas resinas tienen gran variedad de colores, menor contracción de polimerización, baja absorción de agua, excelentes características de pulido, texturización, abrasión al desgaste y coeficiente de expansión térmica similar al de las estructuras dentarias, son usadas tanto en el sector anterior como posterior. Sin embargo sus desventajas son la dificultad para pulirlas y pérdida con rapidez del brillo superficial.

**-Resinas de nanorelleno:** son de desarrollo reciente, sus partículas son de tamaños menores a 10 nm (0.01µm). Esta nanotecnología ofrece alta traslucidez, pulido superior manteniendo las propiedades físicas y de resistencia equivalentes a las resinas híbridas, teniendo uso tanto en el sector anterior como posterior.<sup>(45)</sup>

#### **2.2.2.4 Fotopolimerización**

##### **Proceso de polimerización de las resinas**

Consta de tres etapas:

**-Iniciación:** comienza con la formación de radicales libres por medio de la activación de la canforoquinona (agente fotosensible) y una amina DMAEMA.

**- Propagación:** es una reacción en cadena donde se transmite energía seguida de la unión de monómeros entre sí.

**-Terminación:** etapa en la cual se inactivan las moléculas de polímeros quedando saturadas e imposibilitadas para continuar polimerizando.

La polimerización se determina mediante el grado de conversión de monómero a polímero indicando la cantidad de grupos metalcrilatos que han reaccionado entre sí, este proceso de conversión depende de los siguientes factores:

- Tiempo de fotoactivación: depende del color de la resina compuesta, potencia de la lámpara, profundidad de la preparación cavitaria, espesor de la capa del material.
- Color de la resina compuesta: tonos más oscuros requieren mayor tiempo de fotoactivación.
- Espesor de la capa de resina: no se deben polimerizar capas mayores a 2mm de espesor para permitir maximizar el alcance y profundidad de la luz de la lámpara.
- Distancia entre foco de luz y la resina compuesta: la distancia debe ser menor a 1mm con la dirección de la luz perpendicular al material.
- Calidad del foco de iluminación: longitud de onda entre 400 a 500nm. La potencia de salida de la luz desde el cono emisor debe ser mayor o igual a  $600\text{mW}/\text{cm}^2$  para asegurar la polimerización.<sup>(46)</sup>

### ***2.2.2.5 Contracción de polimerización***

Previo a la polimerización los composites contienen monómeros libres con distancias entre sí, luego de la polimerización las unidades de monómero ahora presentes en el polímero se unen reduciendo las distancias, lo que se traduce en una disminución del volumen de la matriz a lo que se llama contracción de polimerización. Las resinas se contraen de forma centrípeta cuando están en superficies libres pero cuando están adheridas a una o más superficies dentarias, dicha contracción se ve afectada por la unión diente-restauración lo que no le permitirá contraerse libremente, generando una tensión o estrés de contracción hacia las paredes que la mantienen adherida. Cuando la magnitud de las tensiones liberadas por la resina supera al sistema de adhesión diente- restauración, se forma una brecha marginal en esta interface, lo que permite el paso indetectable de bacterias y fluidos ocasionando complicaciones que derivan al fracaso de la restauración.<sup>(19)</sup>

Otra variable a tomar en cuenta es el factor de configuración C, este se define como la división de la cantidad de superficies adheridas entre la cantidad de superficies libres o no adheridas, dando como resultado que a mayor cantidad de paredes tenga la preparación cavitaria será mayor el factor C y menor la posibilidad de alivio de las tensiones producto de la contracción. Debido al comportamiento del material restaurador han surgido diferentes técnicas de restauración para contrarrestar la contracción de polimerización, siendo la más utilizada la técnica de restauración incremental y sus variantes que se explican a continuación.<sup>(7)</sup>

### ***2.2.2.6 Propiedades de las resinas***

**-Resistencia al desgaste:** es la capacidad que tienen las resinas a oponerse al desgaste superficial como consecuencia del roce con el bolo alimenticio, cerdas de cepillos de dientes y cargas oclusales de las piezas antagonistas. Esta propiedad está determinada por el tamaño de las partículas del relleno de la resina, es decir, a mayor porcentaje de relleno, menor será el tamaño de las partículas y mayor la dureza de las

mismas teniendo menor abrasión y depende también de la localización de la restauración en la arcada dental y sus relaciones oclusales.

**-Textura superficial:** es la uniformidad superficial que proporciona el material a la restauración, está directamente relacionada con el tipo, cantidad y tamaño de las partículas de relleno, así como también de una correcta técnica de acabado y pulido. Una superficie rugosa favorece a la acumulación de placa bacteriana lo que puede convertirse en un irritante mecánico. El adecuado pulido disminuirá la energía superficial, lo que evitara la adhesión de la placa bacteriana prolongando el tiempo útil de la restauración. Las resinas de nanorelleno proporcionan un mejor pulido y brillo superficial.

**-Coeficiente de expansión térmica:** es la velocidad de cambio dimensional por unidad de cambio de temperatura, mientras más parecido sea el coeficiente de expansión de la resina con el coeficiente de los tejidos dentarios menor será el grado de deformación de la restauración, lo que evitara la aparición de brechas marginales y posible microfiltración. Las resinas tienen coeficiente de expansión tres veces mayor que el de la estructura dentaria, lo que es beneficioso ya que las temperaturas a las que pueden estar expuestas las restauraciones van de 0° C hasta los 60° C.

**-Sorción Acuosa y expansión higroscópica:** es la capacidad de la resina de adsorber agua en su superficie y absorber agua en su masa y la expansión resultante de esa sorción. La incorporación de agua a la resina puede afectar negativamente sus propiedades provocando una degradación hidrolítica, esta propiedad está dada por la fase orgánica, por lo tanto a mayor relleno menor sorción de agua, algunos autores indican que la expansión producto de esta sorción puede compensar la contracción de polimerización. Las resinas híbridas tienen baja sorción acuosa.

**-Resistencia a la fractura:** es la capacidad de absorber y distribuir las tensiones que pueden provocar una fractura (fuerzas masticatorias), las resinas más viscosas tienen mayor resistencia a la fractura y esta va a depender de la cantidad de relleno.

**-Resistencia a la compresión y a la tracción:** esta propiedad es similar a la dentina y a mayor porcentaje y tamaño de las partículas de relleno mayor será la resistencia a la compresión y a la tracción.

**-Módulo de elasticidad:** esta propiedad indica la rigidez de un material, es decir que a mayor módulo de elasticidad de un material este será más rígido y a menor módulo este será más flexible. En las resinas compuestas a mayor tamaño y porcentaje de partículas de relleno, mayor será el módulo de elasticidad así como su rigidez.

**-Estabilidad del color:** es la que tienen las resinas con el paso del tiempo, estas sufren de alteraciones debido a manchas superficiales y decoloración interna. Las manchas están dadas por la penetración de colorantes provenientes de los alimentos y cigarrillos, la decoloración interna es el resultado de la foto oxidación de algunos componentes de las resinas. Las resinas fotopolimerizables tienen mayor estabilidad del color que las activadas químicamente.

**-Radiopacidad:** así como una propiedad es un requisito la incorporación de elementos radiopacos tales como bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio y lantano, los que permiten detectar radiográficamente caries debajo de las restauraciones.<sup>(4)</sup>

#### ***2.2.2.7 Ventajas y Desventajas de las resinas compuestas***

##### **Ventajas:**

- ✓ Buena estética: al paso del tiempo los fabricantes han desarrollado resinas de múltiples colores, caracterizadores y opacadores que permiten la alta estética

de las restauraciones, se reporta un 98% de similitud con el color del diente entre los dos o tres años posterior a su colocación y un 87% a los 4 años luego de su aplicación.

- ✓ Conservación de la estructura dentaria: este material limita la preparación del diente a eliminar solo el tejido severamente afectado, tomando ventaja de las propiedades positivas de las resinas.
- ✓ Ausencia de mercurio
- ✓ Adhesión a la estructura dental: se pueden sellar los márgenes de la restauración y reforzar la estructura dentaria remanente si se realizan con un adecuado protocolo.
- ✓ Refuerzo del remanente: se ha demostrado que ocurre una menor flexión cusplídea con las restauraciones de resina compuesta al soportar las cargas oclusales, protegiendo la estructura contra la propagación de fracturas.
- ✓ Baja conductividad térmica: las resinas no transmiten fácilmente cambios de temperatura, lo que puede ayudar a reducir la sensibilidad postoperatoria a la temperatura.
- ✓ Eliminación de las corrientes galvánicas: las resinas no contienen metal.
- ✓ Radio-opacidad: lo que permite observar por medio de radiografías la adaptación marginal y de los contornos de la restauración, así como también verificar la presencia de tejido dentario sano y caries.

**Desventajas:**

- ✓ Contracción de polimerización: aunque se han utilizado diversas técnicas para disminuir los efectos de la contracción de polimerización no se ha podido erradicar del todo. La manera de reducir esta contracción es con el implemento de la técnica de restauración incremental, la cual sugiere la polimerización mediante la reducción del volumen de resina curada en un incremento.
- ✓ Caries secundaria y sensibilidad postoperatoria: diversos estudios han demostrado que esta es una de las causas más comunes de fracaso de las restauraciones de resina en el sector posterior, se cree que se debe a la brecha

que se forma en el margen de la restauración como resultado de la contracción de polimerización, lo que ocasiona el ingreso de bacterias cariogénicas, iones y fluidos bajo la restauración. El frío y otros estímulos pueden causar una contracción en la brecha, lo que ocasionará el rápido paso de fluidos del tubuleo hacia el exterior lo que la pulpa interpretará como doloroso, el correcto manejo del material y su polimerización ayudara a disminuir este problema.

- ✓ Disminución de la resistencia al desgaste: el desgaste de la resina resulta de un daño químico en la estructura del material y su destrucción mecánica, generalmente se produce en las caras oclusales o incisales de las restauraciones debido al choque masticatorio y al contacto con las superficies dentarias opuestas. Mientras más posterior este el diente mayor será el desgaste ya que las fuerzas masticatorias son mayores.
- ✓ Deformación elástica: el alto grado de deformación elástica ha causado fallas como microfracturas, fracturas y baja resistencia al desgaste oclusal.
- ✓ Sorción de agua: a mayor contenido tenga la resina mayor será su absorción de agua, debido a la turgencia de la matriz de resina se debilita la unión relleno-resina resultando en la pérdida de la adhesión, lo que resultará en una ruptura hidrolítica. Cuando la resina no está completamente curada habrá mayor degradación hidrolítica.
- ✓ Diferentes grados de polimerización: hay varios factores que pueden predeterminar el grado de polimerización de las resinas, por ejemplo los colores más claros se curan más fácil que los oscuros, las resinas con partículas de relleno más grande permiten un mejor paso de la luz que las pequeñas, a mayor tiempo de fotocurado dicho curado es más efectivo, los incrementos del material deben estar limitados a 2mm, la punta de la lámpara debe estar en intimo contacto con la superficie a curar y la lámpara debe estar en condiciones de funcionamiento y carga adecuada.<sup>(17)</sup>
- ✓ Son más sensibles a la técnica restauradora que la amalgama; el contacto y el contorno son más difíciles de obtener.

- ✓ Largo tiempo de trabajo clínico.
- ✓ Son menos duraderas que la amalgama y las restauraciones metálicas colada.

(55)

### 2.2.3 Técnica de restauración incremental

Consiste en agregar incrementos menores de 2mm de grosor de material en capas que se van fotoactivando de manera consecutiva, disminuyendo la contracción de polimerización, aliviando la tensión entre diente-restauración, reduciendo la microfiltración marginal. Existen múltiples maneras de realizar esta técnica variando sus efectos sobre la contracción de polimerización, entre ellas tenemos:

- **Técnica de reconstrucción horizontal:** la incorporación de los incrementos es en sentido vestíbulo-palatino/lingual a lo largo de la cavidad. Debido a la cantidad de paredes adheridas en comparación a las paredes libres aumenta la contracción de polimerización.
- **Técnica de reconstrucción oblicua:** se agregan incrementos triangulares u oblicuos en las paredes de la cavidad, se polimerizan indirectamente a través de las paredes cavitarias y luego directamente desde la superficie oclusal, lo que permite una menor distorsión de la configuración cavitaria reduciendo la contracción de polimerización.
- **Técnica de reconstrucción cuspeada:** consiste en aplicar incrementos que vayan reconstruyendo cúspide a cúspide hasta completar la cavidad. <sup>(56)</sup>

Se ha demostrado que a pesar de que estas técnicas contribuyen a una mejor adaptación marginal y disminución de la contracción de polimerización, esta no ha sido capaz de eliminar completamente la microfiltración marginal y sus complicaciones, además de presentar una serie de desventajas tales como: mayor tiempo de trabajo en el sillón odontológico, técnica sensible donde pueden haber vacíos o burbujas, falta de unión o posible contaminación entre los incrementos y dificultad de acceso en restauraciones conservadoras o en sectores posteriores de la cavidad bucal.

En la actualidad se ha buscado optimizar el tiempo de trabajo y los resultados clínicos, debido a esto se han generado nuevas técnicas y materiales restauradores,

donde se han modificado la estructura y pasos en la colocación de resinas compuestas, dejando atrás la técnica incremental para llevar el material en un solo bloque, dentro de esta nueva generación de materiales se encuentra la resina bulk fill.  
(57)

#### **2.2.4 Técnica de restauración en bloque**

Consiste en restaurar aplicando un incremento de 4 a 5mm de profundidad, las resinas usadas en este método deben tener una menor contracción de polimerización en comparación con las convencionales, ya que con incrementos mayores de 4 a 5 mm la contracción de polimerización será mayor. Para la implementación de esta técnica es necesario el uso de resinas diseñadas para este procedimiento, estas resinas deben cumplir con ciertas características tales como: reducida contracción de polimerización, profundidad de fotoactivación alta y ser fácilmente adaptables y moldeables para producir contactos proximales adecuados.

Esta técnica tiene ciertas ventajas sobre la técnica incremental, ya que simplifica el proceso clínico al disminuir la cantidad de pasos operatorios durante la obturación, lo que permite ahorrar tiempo clínico en casos de preparaciones amplias y complejas.  
(23)

#### **2.2.5 Resinas Bulk Fill**

La composición de las resinas bulk fill no es muy diferente de las resinas convencionales, su matriz es BisGMA, UDMA Dimetalcrlatos. Como relleno vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, prepolímeros y óxidos. La resina Tetric N-Ceram Bulk fill contiene un acelerador de polimerización llamado Ivocerin, el cual es un iniciador a base de germanio de mayor eficacia que la canforoquinona, ya que tiene una mayor absorción de luz de onda que oscila entre los 370nm y 460nm a diferencia de la canforoquinona que tiene una longitud de 400 a 500nm, lo que logra porcentajes buenos de conversión en profundidad. Además posee un filtro de contaminación de luz lo que evita una fotopolimerización prematura permitiendo adaptar y moldear las resinas sin perder propiedades de manipulación. Otra característica que posee esta

resina es su translucidez, la cual es de un 15% similar al esmalte lo que facilita la penetración de la luz.<sup>(45)</sup>

La resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill es un material restaurador de baja contracción diseñado para la colocación mediante una técnica monoincremental, indicado para todas las clases de preparaciones cavitarias en dientes posteriores. Este material ofrece la posibilidad de ser aplicado en incrementos de 4mm de espesor, para ser polimerizado con lámparas de  $>1000 \text{ mW/cm}^2$  que requiere 10 segundos de fotoactivación, presenta un tiempo de trabajo de 200 segundos y una contracción de polimerización de 2%.<sup>(23)</sup>

Otra característica importante son sus propiedades mecánicas, una evaluación realizada por la ADA en cuanto a la resistencia de flexión de estos composites resultó en valores mayores a 80 Mpa (valor de la norma según la ISO), los valores de resistencia a la flexión fueron parecidos a las resinas convencionales nanohíbridas y microhíbridas y mayores en cuanto a resinas fluidas igualmente convencionales. En cuanto a la dureza superficial cumplen con las especificaciones, sin embargo la literatura indica que en cuanto a dureza y módulo flexural se encuentran en directa proporción a la cantidad de relleno por volumen de los composites, dependiendo de su viscosidad ya sea fluida o normal. Con respecto a la manipulación de estos composites las investigaciones han sido mínimas.<sup>(47)</sup>

#### ***2.2.5.1 Clasificación de las resinas Bulk Fill***

Las resinas Bulk Fill pueden clasificarse de acuerdo a su viscosidad, técnica de aplicación y técnica de uso:

- **Técnica de monobloque en dos pasos con resina bulk fill de consistencia fluida:** tiene una consistencia similar a las resinas fluidas y ha sido indicada para ser usada como base para cavidades clase I y II de Black, requiere una capa adicional de 2mm de resina convencional en la cara oclusal.
- **Técnica de monobloque de activación sónica con resina bulk fill de consistencia fluida:** esta resina necesita de una pieza de mano sónica especial que el fabricante ha patrocinado y que puede ser usada en incrementos hasta

de 5mm, esta vibración sónica produce una baja momentánea en la viscosidad durante su aplicación, indicada en clase I y clase II, prescinde de una capa adicional de resina.

- **Técnica de monobloque de un paso con resina bulk fill con consistencia normal:** es una resina de consistencia normal que se pueden usar en incrementos de hasta 4mm sin la necesidad de una capa adicional. <sup>(47)</sup>

### **2.2.6 Sellado marginal**

Se considera que una restauración posee un adecuado sellado marginal cuando la fuerza de adhesión supera las fuerzas generadas por la contracción de polimerización y las fuerzas originadas por los cambios dimensionales térmicos posteriores a la polimerización, lo que no permite brechas en la interface diente-restauración, para esto es indispensable una eficiente adhesión de la resina al esmalte y la dentina, lo que asegura el éxito de la restauración. <sup>(58)</sup>

El sellado marginal en restauraciones de resinas compuestas puede verse afectado por una serie de factores tales como: adaptación de la restauración al tejido dentario, contracción de la resina compuesta al polimerizar, cambios dimensionales térmicos de ella y lo más importante, por el grado de adhesión que se pueda lograr a la estructura dentaria. La contracción de polimerización y la variación dimensional térmica del material podría ejercer fuerzas, que a nivel de la interface diente restauración van a tensionar la articulación adhesiva, pudiendo llegar a alterar la restauración, produciendo microfiltración. <sup>(20)</sup>

### **2.2.7 Microfiltración y problemas derivados de la filtración de las restauraciones de resina compuesta**

La microfiltración es un problema común en la odontología restauradora, esta se define como el paso clínicamente indetectable de microorganismos, toxinas, bacterias, fluidos, moléculas o iones entre las paredes de la preparación cavitaria y el material restaurativo <sup>(13), (21), (24)</sup>. Una de las deficiencias del composite bastante evidente en algunos casos clínicos, es el deterioro de la superficie, en algunas es por

la falta de unión química entre las partículas y la matriz de relleno, lo que da como resultado la caída de la partícula. Las cargas mecánicas aplicadas sobre las restauraciones tensionan las partículas contra la matriz y las fuerzas que se generan desprenden las partículas minerales, el deterioro es más evidente en las áreas oclusales de los dientes posteriores y más acentuado cuanto más posterior es la ubicación de la restauración.<sup>(55)</sup>

Se ha comprobado que los materiales restauradores a causa de malas técnicas de aplicación u otras causas no son capaces de resistir la contracción de polimerización, lo que da lugar a una brecha de desadaptación en la unión diente-restauración, esto sumado a la variación de la temperatura, el deterioro y otros factores pueden ser los causantes de la microfiltración, provocando consecuencias clínicas como sensibilidad postoperatoria, cambio de color en los márgenes de la restauración, caries secundaria y patología pulpar.

El paso de microorganismos que da lugar a la microfiltración puede provocar caries secundaria, lo que afectará a la pulpa dental. Ha sido una particularidad la presencia de cierta pigmentación a nivel del margen de la restauración, por la penetración de colorantes proveniente de los alimentos y por la oxidación de algunos componentes de la resina, lo que también conlleva a la pérdida de la armonía en la estética de la pieza dental.

Por otra parte se ha señalado como otra causa de la microfiltración las características físicas y químicas de las resinas, entre ellas la variación térmica a la que son expuestas, que puede dilatar el material y producir microfracturas en el remanente dentario por calor o por el contrario contraer el material provocando que se abra la interface de la restauración por el frío.

La profundidad de la cavidad es también otro factor a tomar en cuenta, ya que a medida que se acerca a la pulpa aumenta el diámetro de los túbulos dentinarios y su número por unidad de superficie lo que se traduce en falla de la adhesión. Además se puede mencionar que si hay una deficiente preparación de la cavidad y un incorrecto manejo del material, aumentará la probabilidad de fracaso de la restauración.<sup>(59)</sup>

### **2.2.7.1 Medición de la Microfiltración**

La mejor manera de medir el sellado marginal es determinar la cantidad de microfiltración, lo cual es apreciable cuando se sumergen los dientes restaurados en una tinta indeleble, de esta manera la tinta penetrara y al seccionar el diente se podrá apreciar la cantidad de tinta que penetro, mientras más se observe la tinta mayor será la brecha existente.<sup>(15)</sup>

Para la medición de la microfiltración es recomendable usar la escala propuesta por la ADA, en su Norma ISO 11405 creada para la prueba de adhesión e integridad marginal de los materiales dentales a la estructura dental en evaluaciones *in vitro*, la cual consiste en medir por grados la microfiltración, donde grado 0 no hay microfiltración, grado 1 solo hay penetración del colorante hasta el esmalte y grado 2 hay penetración hasta la dentina.<sup>(60)</sup>

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Tipo y Diseño de la investigación**

Según Vicente Castiglia la siguiente investigación es de tipo comparativa y diseño experimental *in vitro* <sup>(61)</sup>. Se comparó un grupo control conformado por las restauraciones hechas con resina convencional, con un grupo experimental conformado por las restauraciones hechas con resina bulk fill, midiéndose en ambas el grado de microfiltración, dicha medida se tomó en una sola oportunidad.

#### **3.2 Unidades de estudio**

En esta investigación se utilizaron 15 unidades de estudio, constituidas por piezas dentarias permanentes (molares) extraídos, que no presentan lesiones cariosas, fracturas o algún tipo de injurias en el esmalte y dentina. La cantidad de unidades a estudiar se definió siguiendo parámetros de investigaciones similares.

#### **3.3 Variables**

Independiente: resina bulk fill

Dependiente: microfiltración

Interviniente: lámpara de fotocurado

#### **3.4 Técnica e instrumento de recolección de datos**

En esta investigación se utilizó como técnica de recolección de datos la observación asistida por medio de un escáner (Epson Stylus TX 110), para posteriormente medir en cada pieza dentaria la microfiltración en micrones ( $\mu\text{m}$ ), en

esmalte y dentina mediante el programa photoshop CC2017, el resultado fue vaciado en una hoja de Excel.

### **3.5 Materiales**

- Guantes
- Gorros
- Tapa bocas
- Espátula de resina
- Resina bulk fill (Tetric® N-Ceram Bulk Fill)
- Resina convencional (Te-Econom Plus)
- Ácido fosfórico 37%
- Adhesivo (Te-Econom Bond)
- Gasas
- Alcohol
- Especímenes molares (15)
- Escaner (Epson Stylus TX 110)
- Lápiz y papel
- Turbina NSK
- Micromotor NSK
- Fresa cilíndrica tallo corto
- Disco soflex grano grueso
- Unidad odontológica
- Lija grano fino
- Solución fisiológica 0,9%
- Azul de metileno 0,5%
- Esmalte de uñas
- Lámpara 3M ESPE Elipar™
- Ionómero de vidrio (Riva light cure SDI)
- Disco metálico

### 3.6 Procedimiento

Fueron utilizados 15 molares extraídos superiores e inferiores, almacenados en solución fisiológica al 0,9%, cuyos ápices fueron sellados con ionómero de vidrio (Riva light cure SDI). (Ver figura 1).

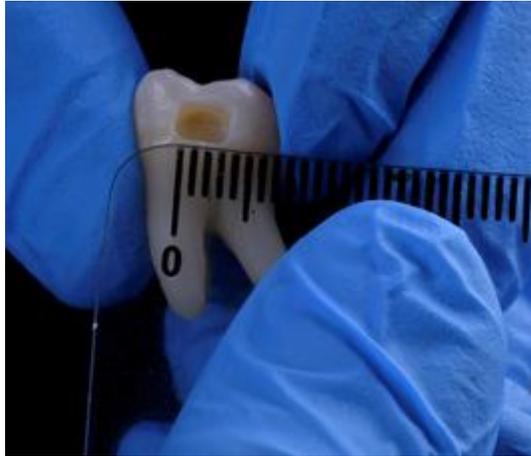


**Figura 1.** Sellado Apical

Luego se realizaron cavidades clase 5 en esmalte y dentina por vestibular y palatino, las cuales median 3mm de ancho por 3mm de altura y 2mm de profundidad, para obtener estas medidas se utilizó regla milimetrada y calibrador de metal. (Ver figuras 2, 3 y 4).



**Figura 2.** Cavidad clase V , profundidad 2mm.



**Figura 3.** Cavidad clase V, ancho 3mm.



**Figura 4.** Cavidad clase V, altura 3mm.

Después de realizadas las cavidades se procedió a efectuar la técnica adhesiva con ácido fosfórico al 37% por 15 segundos, seguidamente fueron lavados y secados, se aplicó el adhesivo (Te-Econom Bond) y se fotocuro por 20 segundos con una lámpara 3M ESPE Elipar™. (Ver figuras 5, 6 y 7).



**Figura 5.** Grabado ácido.



**Figura 6.** Aplicación del adhesivo (Te-EconomBond).



**Figura 7.** Fotocurado.

Las cavidades fueron obturadas por vestibular con Tetric® N-Ceram Bulk Fill, por palatino con Te-Econom Plus y pulidas con un disco soflex grano grueso. (Ver figuras 8, 9 y 10).



**Figura 8.** Restauración de resina Tetric® N-Ceram BulkFill



**Figura 9.** Restauración por vestibular y palatino



**Figura 10.** Pulido de la restauración.

Posteriormente los límites de la restauración se sellaron con tirro, para luego aplicarle 2 capas de esmalte de uñas, dejándolos secar durante 24 horas, para ser sumergidos en solución fisiológica al 0,9% por 50 días y así simular el envejecimiento. (Ver figuras 11, 12 y 13).



**Figura 11.** Restauración sellada con tirro.



**Figura 12.** Capa de esmalte de uñas.



**Figura 13.** Especímenes con esmalte de uñas.

Se procedió a realizar un termociclado manual en el cual se imitan las temperaturas de la cavidad bucal, se alterna entre temperaturas de 55° C y 5° C manteniéndose 30 segundos en cada temperatura, cumpliéndose 500 veces este ciclo, los especímenes fueron divididos en 3 grupos de 5 molares, sumergiendo cada grupo en una bolsa realizada con gasa. (Ver figuras 14 y 15).

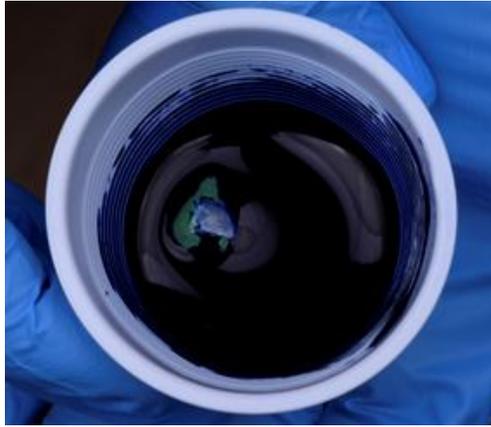


**Figura 14.** Termociclado temperatura 55° C.



**Figura 15.** Termociclado temperatura 5° C.

Después de terminado el proceso de termociclado, las piezas fueron llevadas a un recipiente con azul de metileno al 0,5% por 24 horas. Pasado el tiempo se lavaron con abundante agua, para ser colocadas por 24 horas en fijador radiográfico. (Ver figuras 16 y 17).



**Figura 16.** Especímen en azul de metileno.

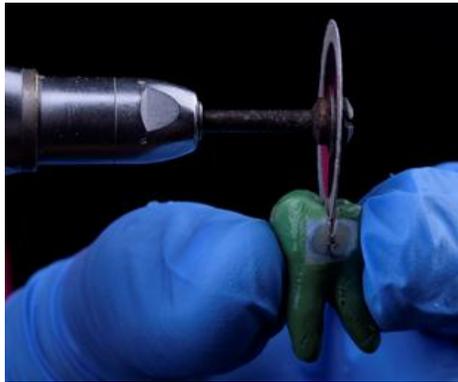


**Figura 17.** Especímen en fijador radiográfico.

Las muestras se cortaron longitudinalmente pasando por el centro de ambas restauraciones, luego se lijaron para alisar la superficie y se escanearon en un escáner marca Epson Stylus TX 110, luego fueron analizadas en el programa photoshop CC2017 para evaluar la existencia de microfiltración, cuantificando las unidades de pixeles de las zonas teñidas, que luego fueron transformadas a la unidad de medida micrones ( $\mu\text{m}$ ). (Ver figuras 18, 19 y 20).



**Figura 18.** Corte del espécimen con fresa.



**Figura 19.** Corte del espécimen con disco metálico.



**Figura 20.** Corte realizado.

### **3.7 Aspectos Bioéticos**

Por ser una investigación básica se realiza estudios *in vitro* que no atentan contra la moral, ni el derecho. Se respetó la dignidad y la ética universitaria, además se siguió las normas de bioseguridad establecidas por la facultad para no poner en riesgo al personal docente, auxiliar y estudiantado en general de la institución.

### **3.8 Plan de análisis de resultados**

Para calcular la medida de tendencia central utilizamos la media aritmética y para la medida de dispersión tomamos en consideración la desviación estándar, la unidad de medida es el valor de microfiltración en micras, obtenido en las imágenes de las muestras escaneadas y analizadas con el programa photoshop CC2017, esta estadística descriptiva del grado de microfiltración en esmalte y dentina se presenta mediante tabla y gráfico de barra.

La comparación del grado de microfiltración en restauraciones de resinas bulk fill vs restauraciones de resina convencional, se realizó mediante una prueba de hipótesis y se evaluó mediante un ANOVA Univariado, para determinar diferencias entre ambos grupos, experimental y control. El valor de p quedó pre-establecido en 0,05.

El análisis de los datos se procesó con el software estadístico SPSS 19.0 (IBM), se presenta tabla y gráfico lineal.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 Medidas de Microfiltración**

Se realizó una hoja de cálculo en Excel donde para la variable dependiente microfiltración en cada uno de sus niveles sustrato y material se utilizó como medida de tendencia central, la media y como medida de dispersión, la desviación estándar. Para contrastar la hipótesis de nulidad se realizó un análisis de varianza ANOVA Univariado, el valor de p quedo preestablecido en 0,05.

Para la estadística descriptiva utilizamos la medida de tendencia central la media y la desviación estándar de la microfiltración de las resinas en micrones ( $\mu\text{m}$ ).

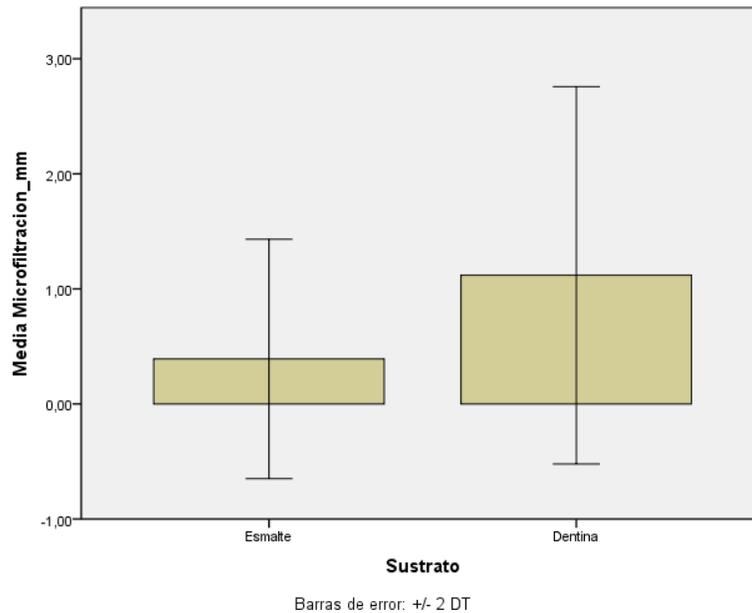
Se pudo observar que para la resina Te-Econom Plus el promedio de microfiltración general fue de 0,81  $\mu\text{m}$  con una desviación estándar de 0,88  $\mu\text{m}$  y para la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill fue de 0,70  $\mu\text{m}$  con una desviación estándar de 0,67  $\mu\text{m}$  (Ver tabla 1).

En grados de mayor a menor microfiltración pudimos observar que la mayor filtración se obtuvo en dentina tanto para Te-Econom Plus como para Tetric® N-Ceram Bulk Fill con un promedio de 1,12  $\mu\text{m}$  en total, con una desviación estándar de 0,81  $\mu\text{m}$  y menores valores de microfiltración en esmalte para ambas resinas con un promedio de 0,39  $\mu\text{m}$  en total, con una desviación estándar de 0,52  $\mu\text{m}$  (Ver tabla 1 y gráfico 1).

Además pudimos observar que el coeficiente de variación tanto para esmalte como para dentina fue amplio, inclusive en los que tienen poca filtración, por encima del 100%, esto de alguna manera nos indica que la variable microfiltración es poco predecible (Ver tabla 1 y gráfico 1)

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos. Variable dependiente microfiltración

Estadísticos descriptivos					
Sustrato	Material	Media	Desviación típica	CV	N
Esmalte	Te-Econom Plus	0,40	0,61	154%	15
	TetricN-CeramBulkFill	0,38	0,42	112%	15
	Total	0,39	0,52	133%	30
Dentina	Te-Econom Plus	1,22	0,91	75%	15
	TetricN-CeramBulkFill	1,01	0,72	71%	15
	Total	1,12	0,81	73%	30
Total	Te-Econom Plus	0,81	0,88	108%	30
	TetricN-CeramBulkFill	0,70	0,67	95%	30
	Total	0,75	0,77	102%	60



**Figura 21.** Gráfico del grado de microfiltración en esmalte y dentina con ambos materiales.

## 4.2 Efectos inter-sujetos

Para contrastar la hipótesis de nulidad microfiltración se utilizó un ANOVA Univariado en dos niveles (sustrato y material) con un valor de  $p$  preestablecido en 0,05.

Se puede observar que para el nivel 1 variable sustrato el valor de  $p=,000$  (Ver tabla 2); con diferencias estadísticas significativas, es decir la variación del tipo de sustrato tiene influencia en el grado de microfiltración.

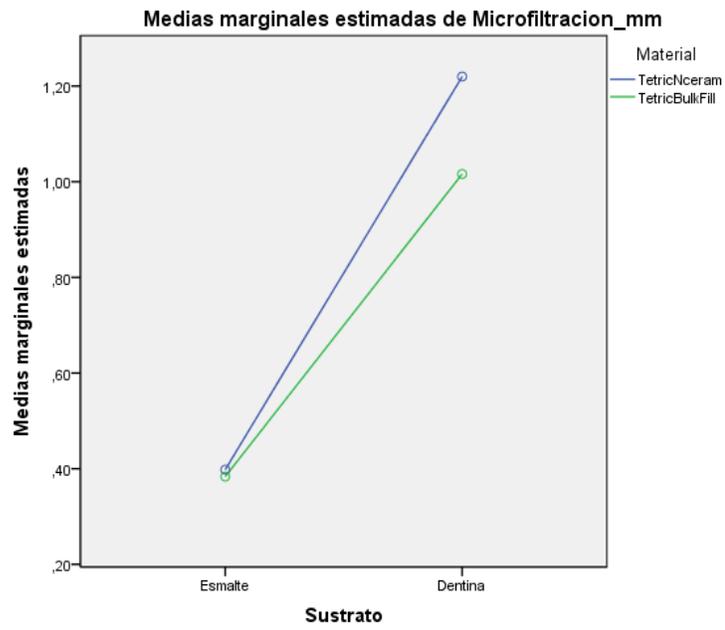
Para el nivel 2 variable material con un valor de  $p=,545$  (Ver tabla 2); sin diferencias estadísticas significativas, es decir el material no tiene influencia en el grado de microfiltración.

En la interacción entre el material y el sustrato, con un valor de  $p=,599$  (Ver Tabla 2 y gráfico 2); sin diferencias estadísticas significativas, es decir la microfiltración es independiente tanto del material como del sustrato.

**Tabla 2.** ANOVA Univariado en dos niveles para la variable dependiente microfiltración.

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Origen	Suma de cuadrados tipo III	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	8,24 <sup>a</sup>	3	2,75	5,70	,002
Intersección	34,14	1	34,15	70,78	,000
Sustrato	7,93	1	7,93	16,45	,000
Material	,179	1	,179	,370	,545
Sustrato * Material	,135	1	,135	,279	,599
Error	27,02	56	,482		
Total	69,41	60			
Total corregida	35,27	59			



**Figura 22.** Gráfico de relación de la filtración sobre el sustrato esmalte y dentina con ambos materiales.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN**

La microfiltración marginal en las resinas compuestas ha sido uno de los temas más estudiados en la evolución de la odontología restauradora y los materiales dentales, a pesar de los esfuerzos hechos por encontrar un composite con perfecto sellado marginal, no ha podido lograrse. En un esfuerzo por mejorar las propiedades de los materiales restauradores, surgieron las resinas bulk fill (para ser usadas en técnica de monobloque), las cuales tienen variaciones en su composición en comparación con las resinas convencionales, lo que ha generado investigaciones en relación a sus propiedades físicas, mecánicas y forma de empleo de la restauración, entre otros.

Entre las propiedades estudiadas se encuentran la contracción y estrés de polimerización, sin embargo estas investigaciones son escasas y sus resultados difíciles de interpretar, por lo que no se ha logrado obtener una respuesta concluyente <sup>(26), (56)</sup>. Otro factor a estudiar es la adhesión, donde se ha demostrado que a mayor profundidad de la cavidad, hay mayor número de colágeno y mayor humedad, lo que puede disminuir las propiedades adhesivas, cambiando la mineralización del remanente dentario, por acción de productos bacterianos o posiblemente traumatismo, originando interacciones celulares donde los odontoblastos producen dentina terciaria. <sup>(54)</sup> La dentina terciaria es el principal mecanismo de defensa y reparación del órgano dentino-pulpar frente a la irritación, la exposición al medio bucal o la pérdida de la dentina. Esta puede ser dentina reparadora o dentina reactiva, la dentina reactiva es producida por los odontoblastos preexistentes en reacción a estímulos de intensidad leve a moderada, la dentina reparadora es producto de la actividad de una nueva generación de células odontoblásticas, por estímulos de intensidad de moderada a avanzada. <sup>(62)</sup>

Otra variable que debe tenerse en cuenta son los cambios bruscos de temperatura, a los que están expuestas las restauraciones en la cavidad bucal, ya que lo ideal es que el material de restauración tenga un coeficiente de expansión térmico y un módulo elástico parecido al de la estructura dentaria, de esta manera habrá menor deformación de la restauración, reduciendo fallas en la adhesión, evitando la aparición de brechas y conservando el sellado marginal. <sup>(23), (54)</sup>

El manejo de la técnica restauradora incremental, ha sido una de las estrategias usadas para disminuir la contracción de polimerización y mejorar la adaptación marginal, pese a que se ha demostrado que la inserción incremental del material ha ayudado a reducir los efectos del factor C, no ha sido capaz de eliminar por completo la microfiltración, ya que es una técnica compleja que requiere mayor precisión por parte del clínico <sup>(26), (56)</sup>, en virtud de esto el uso de la técnica en monobloque, podría superar algunas desventajas que supone la técnica incremental, como lo son: contaminantes entre los incrementos, falta de cohesión de los mismos y tiempo clínico prolongado. <sup>(27), (47)</sup>

A pesar de la inserción en monobloque, el material restaurador en espesores mayores a las convencionales (de 2 a 4 mm) su sistema específico iniciador-activador le proporciona una correcta fotopolimerización, ya que las resinas bulk fill contienen iniciadores de polimerización con mayor absorción de luz, así como filtros de contaminación que aseguran un adecuado tiempo de trabajo, según el fabricante. <sup>(63)</sup> Gracias a la adición de monómeros de alto peso molecular (BisGMA, UDMA, Procrylat y BisEMA), disminuye el desarrollo de contracción de polimerización, igualmente el monómero Procrylat le confiere mayor fluidez aumentando la flexibilidad de la resina, lo que se traduce en disminución del estrés de polimerización, mejorando el sellado marginal, concediendo ventajas a las resinas de restauración en bloque. <sup>(45), (46), (47)</sup>

A medida que fue avanzando la creación de las resinas bulk fill, estas pasaron por diferentes viscosidades, las primeras que se crearon fueron resinas bulk fill de consistencia fluida como Surefil® SDR® flow, las cuales podían colocarse de base en cavidades clase I y II, necesitando una capa adicional de resina convencional en

su cara oclusal. Posterior a esto surgieron otras resinas bulk fill de la casa comercial Ivoclar Vivadent llamadas Tetric Evoceram® Bulkfill que tenían una consistencia normal, cuya aplicación podía ser en incrementos de 4 mm sin necesidad de usar una capa oclusal adicional, junto a ésta se produjo una nueva variación SonicFill™ (Kerr), donde la resina necesitaba una pieza de mano sónica para ser vibrada durante su inserción, lo que indicaba que su viscosidad disminuía momentáneamente durante su colocación, prescindiendo de una capa de resina convencional oclusal. Las resinas bulk fill de consistencia normal han sido recomendadas para restauraciones directas, la capa oclusal se puede adicionar para mejorar su estética, ya que su color tiene una translucidez del 15% similar al esmalte. <sup>(45), (47)</sup>

La resina utilizada para este estudio es la Tetric® N-Ceram Bulk Fill, material restaurador de baja contracción, cuya aplicación es bajo la técnica monoincremental, indicado para restauraciones cavitarias de dientes posteriores. Dentro de sus características se encuentra su colocación en incrementos de hasta 4mm de grosor, minimizando el tiempo operatorio; el tiempo de polimerización se puede reducir a 10 segundos con lámparas mayores a 1000 mW/cm<sup>2</sup>, debido a sus partículas fotoactivadoras y a su translucidez que permiten un adecuado curado. <sup>(9), (23), (28), (29), (30), (31), (32), (33), (34), (35), (36), (37), (38), (39), (40), (45)</sup>

Para estudiar la microfiltración marginal se han realizado investigaciones *in vitro*, donde el termociclado es uno de los métodos más comúnmente usados por ser confiable, simple, accesible y económico, además de simular el comportamiento de los materiales expuestos a los cambios de temperatura naturales que se dan en la cavidad bucal, al ingerir alimentos fríos y calientes <sup>(54)</sup>, se dice que para medir el tiempo transcurrido y el envejecimiento del material, la temperatura aceptada es de 5° a 55° C <sup>(64), (65)</sup>, lo que genera una gran dificultad al preservar las diferentes temperaturas en los recipientes, las cuales deben ser medidas constantemente al realizar los termociclados manuales (lo que sucedió en este estudio).

A diferencia de este estudio, Ehrmantraut M. y cols. <sup>(57)</sup> y Chiluzia E. <sup>(59)</sup> realizaron diferentes números de ciclos y las temperaturas para cada uno variaron entre 4° y 60° C. Comparando también con otras investigaciones Herrera y cols. <sup>(60)</sup>

realizaron el mismo número de ciclos que esta investigación que fueron 500 ciclos, con temperaturas que oscilaban entre 5° y 55°C por un tiempo de 30 segundos para cada baño térmico, siguiendo el estándar ISO TR 11450 (1994), que indica que es el método normalmente usado para envejecer la interfase adhesiva y el material restaurador en experimentos *in vitro* <sup>(65)</sup>.

Coincidiendo con Molina C y cols. <sup>(64)</sup>, Pereira y Jordán <sup>(13)</sup>, en esta investigación se realizaron cavidades clase V de 2 mm de profundidad, las cuales son sencillas en su confección, así como en su obturación, permitiendo aminorar los errores del operador y evaluar correctamente el grado de microfiltración existente en la restauración.

Previo al termociclado, las muestras fueron barnizadas con esmalte de uñas alrededor de la restauración, para evitar la filtración del colorante revelador al interior del diente, procedimiento realizado por otros autores <sup>(7), (15), (64)</sup>, el barniz fue esparcido por todo el diente y la raíz fue obturada con ionómero de vidrio tipo 2 marca Riva light cure SDI, para evitar la entrada del colorante por el ápice. Cabe destacar que a diferencia de este estudio, Briceño <sup>(7)</sup> en su procedimiento de termociclado, sumergió las muestras en un recipiente de agua a temperatura ambiente, entre el baño de agua fría y el de agua caliente, lo que alargó el tiempo de cada ciclo, cosa que no sucedió en este estudio, donde las muestras pasaron de un baño a otro sin interrupción.

En cuanto al colorante revelador de la filtración se pueden emplear diferentes tipos, como lo son el nitrato de plata al 50% <sup>(66), (49)</sup> y la fucsina básica <sup>(13)</sup>. El presente estudio utilizó el azul de metileno al 0,5%, el cual es uno de los colorantes comúnmente usados en diferentes investigaciones, sumergiéndolos durante 24 horas <sup>(15), (19), (23), (45), (47), (58), (59), (60)</sup>, este colorante funciona perfectamente para revelar la cantidad de filtración existente en cada muestra, que al mismo tiempo supone un fácil manejo, actuando sobre todas las células bacterianas rápidamente, sin producir un color tan intenso que oscurece los detalles celulares. El azul de metileno posee un pH de 5,5 similar al medio ácido de las bacterias y de sus productos metabólicos, así como también posee un peso molecular similar al de la saliva humana (319,85u.m.a),

lo que permite el paso a través de la restauración <sup>(45), (64)</sup>. Posterior a esta tinción se usó fijador radiográfico durante 24 horas.

Al finalizar el proceso de termociclado y de ser sumergidas en azul de metileno, las muestras se cortaron de manera longitudinal para ser escaneadas y analizadas por el programa photoshop CC2017, cuantificando las unidades de pixeles de las zonas teñidas que luego fueron transformadas a la unidad de medida micrones ( $\mu\text{m}$ ), las cuales correspondieron al área filtrada. Astorga M. y cols. <sup>(15)</sup> a diferencia de este estudio fotografiaron las muestras, para luego ser procesadas por el programa photoshop Cs4. Otros autores utilizaron el microscopio para observar la microfiltración en las muestras. <sup>(7), (19), (23), (28), (29), (58), (59), (60), (67)</sup>

Las resinas bulk fill han sido comparadas con las resinas convencionales en diferentes ámbitos, a diferencia de nuestro estudio, Domínguez <sup>(23)</sup> encontró que había mayor microfiltración en la resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill comparándola con la resina Tetric® N-Ceram, esto frente a igualdad de condiciones de grabado ácido y sistema adhesivo. Este autor realizó cavidades clase II, de 4 mm de profundidad, posterior a la obturación de las cavidades las muestras se incluyeron en acrílico de autocurado transparente, su protocolo de termociclado también fue diferente a este estudio. Campos E y cols. <sup>(67)</sup> en su investigación no encontraron diferencias significativas en cuanto a la microfiltración, comparando dos resinas bulk fill (Venus Bulk-Fill, Tetric EvoCeram BulkFill) y dos convencionales (Venus Diamond, Tetric EvoCeram), sin embargo su estudio fue diferente al presente ya que realizaron una carga termomecánica, donde se hicieron 600 ciclos térmicos a 5 °C y 50 °C con una pausa de tiempo de 2 min, simultaneo con una carga oclusal de 49 N a 1.7 Hz de frecuencia, donde los dientes restaurados fueron contactados por cúspides naturales, a pesar de haber usado una técnica diferente para medir la microfiltración, los autores no encontraron diferencias significativas entre las diferentes resinas, cosa que sucedió en este estudio.

En la presente investigación se encontró que no había mayor filtración en una u otra resina, usando las mismas condiciones de grabado ácido y sistema adhesivo, la diferencia significativa se presentó en el sustrato dentario, es decir que hubo mayor

filtración marginal en la dentina que en el esmalte para ambas resinas, lo que nos lleva a los principios de la operatoria dental y los materiales dentales, donde se ha tratado de encontrar un material lo suficientemente eficaz en la adhesión con la dentina, ya que es un tejido dinámico sometido a cambios constantes.

Es importante recalcar que la interface diente-restauración debe basarse en la adecuada fuerza de unión a la estructura dentaria, en el caso del esmalte, la unión esta facilitada gracias a que en su interior tiene menor contenido de agua y de colágeno. Esta adhesión va de la mano del grabado ácido que produce microporosidades en la superficie, aumentando la energía superficial lo que facilita la infiltración de monómeros, a través de la superficie adamantina proporcionando adhesión micromecánica, <sup>(23)</sup>. Mientras que en la dentina los monómeros hidrofóbicos que componen el sistema adhesivo, copolimerizan con el primer, forman una capa entremezclada de colágeno y resina, conocida como capa híbrida. La formación de los tags también ayudan a la microadhesión, que es absolutamente necesaria para obtener el sellado marginal correcto, dando así longevidad aceptable y funcionalidad óptima a la restauración. <sup>(54)</sup>

La complejidad en la técnica de restauración y los diversos factores que influyen en el correcto sellado marginal, producen un aumento en la dispersión del coeficiente de variación, el cual hace referencia a la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, lo que nos indica que la variable estudiada es heterogénea de alta varianza, debido a que la técnica es sensible y poco predecible, común en los estudios de medición de la microfiltración, ya que en la mayoría de estos hay una dispersión alta, relacionada a la cantidad de factores que pueden afectar el sellado marginal, como lo son: el coeficiente de expansión térmico, el modulo elástico, el relleno cerámico, el tipo de polímero, la técnica adhesiva y el tipo de monómero.

Se sugiere continuar esta línea de investigación, realizando pruebas tanto *in vitro* como *in vivo*, para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de estas resinas en auge, además aumentar el número de muestras para ver si la dispersión del coeficiente de variación disminuye.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES**

- El grado de microfiltración de la resina bulk fill en el sustrato esmalte es de 0,38 (0,42)  $\mu\text{m}$ .

- El grado de microfiltración de la resina bulk fill en el sustrato dentina es de 1,01 (0,72)  $\mu\text{m}$ .

-No hay diferencias en la microfiltración entre resinas bulk fill y resinas convencionales tanto en esmalte como en dentina.

-La microfiltración es dependiente del sustrato, ya que el sustrato dentina es más susceptible a microfiltración que el sustrato esmalte.

## REFERENCIAS

1. Satomi T, Pereira T, Vieira F, Guevara J, Goulart F. Restauración posterior con resina compuesta: relato de caso clínico. Kiru. Jun-Dic 2014; 11(2): 175-9.
2. Ramírez R, Setién V, Orellana N, García C. Microfiltración en cavidades clase II restauradas con resinas compuestas de baja contracción. Acta Odontológica Venezolana. Mar 2009; 47 (1)
3. Hervás A, Martínez M, Cabanes J, Barjau A, Fos P. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006 Ene 29; 11: E215-20.
4. Rodríguez D, Pereira N. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontológica Venezolana. 2008; 46 (3) 1-19.
5. Chaple A, Técnica modificada de restauración de cavidades clase II utilizando resinas compuestas. Rev Habanera de Ciencias Médicas. 2015; 14 (3): 348-356.
6. Martínez J. Estudio de la compatibilidad de dos composites de baja contracción sobre células madre de origen dental [Tesis]. Universidad de Murcia. Departamento de dermatología, estomatología, radiología y medicina física.
7. Briceño C. Análisis comparativo *in vitro* del grado de sellado marginal cervical en restauraciones de resina compuesta clase II con dos técnicas restauradoras diferentes [Tesis]. Santiago- Chile: Universidad de Chile. Facultad de odontología; 2012.
8. Retamal AF, Retamal J, Bader M. Análisis comparativo *in vitro* del grado de filtración marginal de restauraciones de resina compuestas realizadas con dos métodos de grabado ácido distintos. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabilitación Oral 2014; 7 (1): 8-11.
9. Uehara N, Ruíz A, Velasco J, Ceja I, Espinosa R. Adaptación marginal de las resinas bulkfill. RODYB. Sep-Dic 2013; II (3): 1-10
10. Park H. Comparison of internal adaptation in class II bulk-fill composite restorations using micro-CT. OperativeDentistry 2016 Jun; 0000, (00-0) 000-00

11. Scotti N, Comba A, Gambino A, Salvatore D, Alovisi M, Pasqualini D. Microleakage at enamel and dentin margins with a bulk fills flowable resin. *European Journal of Dentistry*. Jan-Mar 2014; 8(1): 1-8.
12. Gomez Z, Niguel A, de la Macorra JC. Estudio de la microfiltración: modificación de un método. *Avances en Odontología* 1997; 13: 265-271.
13. Pereira N, Jordán A. Microfiltración de restauraciones clase V de resina compuesta colocadas con un adhesivo auto-acondicionante y un adhesivo de grabado total. *ODOUS científica*. Jul-Dic 2007; VIII (2): 11-20.
14. Cabezas J. Análisis comparativo *in vitro* del grado de filtración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND utilizado con y sin grabado ácido total [Tesis]. Santiago-Chile: Universidad de Chile. Facultad de odontología; 2012.
15. Astorga M, Pérez J, Setién V. Comparación del sellado marginal de resinas convencionales y resinas de siloranos en cavidades clase II. *Rev Venez Invest Odont IADR*. 2014; 2(1):3-20
16. Bahar E, Ozel E, Kasimoglu Y, Firatli E. Investigation of the Er: Yag laser and diamond bur cavity preparation on the marginal microleakage of class V cavities restored with different flowable composites. *Microsc Res Tech*. 2016;1-6.
17. Saldarriaga O, Peláez A. Resinas compuestas: restauraciones adhesivas para el sector posterior. *Revista CES Odontología*. 2003; 16(2) 62-82
18. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *British Dental Journal*. March 2017; 222(5): 337-344.
19. Inostrosa M. Estudio comparativo del grado de sellado marginal de restauraciones realizadas con sonicfill (kerr), y una resina compuesta convencional HerculitePrecis (kerr) estudio *in vitro* [Tesis]. Santiago-Chile: Universidad de Chile. Facultad de odontología; 2012.
20. Cáceres C, Garrido R, Monsalves S, Bader M. Análisis comparativo *in vitro* del sellado marginal obtenido en restauraciones de resina compuesta realizadas con la

- técnica de hibridación convencional e hibridación reversa. *Revista Dental de Chile*. 2012; 103 (2): 5-13.
21. Gil L, Acosta S, Jiménez L, Brache A, Grau P. Evaluación de la microfiltración marginal en técnicas de restauración de clase II con resina compuesta. *Revista nacional de odontología*. Jul-Dic 2013; 9 (17): 54-60.
  22. Hernández M. Análisis comparativo *in vitro* del sellado marginal de restauraciones clase II realizadas con surefill SDR flow v/s técnica incremental convencional [Tesis]. Santiago-Chile: Universidad de Chile. Facultad de odontología; 2013.
  23. Domínguez R. Análisis comparativo *in vitro* del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material monoincremental (Tetric N-Ceram bulk fill), y uno convencional (Tetric N- Ceram) [Tesis]. Santiago- Chile: Universidad de Chile. Facultad de odontología; 2014.
  24. Arroyo K, Vásquez B, Rojas S, Cornejo L. Eficacia de sellado marginal entre resinas compuestas nanohíbridas de obturación masiva y estratificada en restauraciones de dientes premolares *in vitro*. *RevSimiykita*. Jul-Dic 2016; 2(2): 72-78.
  25. Giraldo M, Robledo M. Evaluación de la microfiltración marginal entre la técnica incremental y la técnica de matriz preformada con resina compuesta, en cavidades clase IV *in vitro*. *Revista CES Odontología*. 1992; 5(2): 155-158.
  26. Monterubbianesi R, Orsini G, Tosi G, Conti C, Librando V, Procaccini, Putignano A. Spectroscopic and mechanical properties of a new generation of Bulk Fill composites. *Front physiol*. 2016; (7): 652.
  27. Orbe J. Evaluación del tiempo clínico de restauraciones con resina compuesta para piezas posteriores con diferentes técnicas [Tesis]. UDLA Facultad de Odontología; 2015.
  28. López C. Microdureza superficial en resinas de nanotecnología, aplicadas en un solo bloque: estudio *in vitro* [Tesis]. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Odontología; 2015

29. Pacheco C, Gehrke A, Ruíz P, Gainza P. Evaluación de la adaptación interna de resinas compuestas: técnica incremental versus bulk-fill con activación sónica. *Avances en Odontoestomatología*. 2015; 31(5): 313-321.
30. Solares W. “Medición de la microfiltración presente en restauraciones clase II mesio-oclusales en piezas dentales posteriores extraídas; obturadas con resina compuesta universal y resina compuesta bulk” [Tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos. Facultad de Odontología; 2015.
31. Tsujimoto A, Barkmeier W, Takamizawa T, Latta M, Miyazaki M. Depth of cure, flexural properties and volumetric shrinkage of low and high viscosity bulk-fill fillers and resin composites. *Dent Mater J* 2017. 2016: 131
32. Algamaiah H, Sampaio C, Rigo L, Janal M, Giannini M, Bonfante E. Microcomputer tomography evaluation shrinkage of bulk-fill composites in class II cavities. *Journal of esthetic and restorative dentistry*. 2016; vol (00): 00-00
33. Mahmoud L, El-Hoshy A, Abou-Elenein K. The effect of different insertion techniques on the depth of cure and Vickers surface micro-hardness of two bulk-fill resin composite materials. *J ClinExpDent*. 2017; 9(2): 266-71
34. Alrahlah A., Silikas N. Watts D.C. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent Mater*. 2013; 2273: 1-6
35. Rapizza J, Jael A. Comparación *in vitro* de la microdureza superficial de la resina compuesta BulkFill y Sonicfill según profundidad de fotocurado [Tesis]. Lima, Perú. Universidad peruana de ciencias aplicadas. Facultad de ciencias de la salud; 2015.
36. Rothmund L, Reichl F, Hickel R, Styllou P, Styllou M, Kehe K, Yang Y, Hogg C. Effect of layer thickness on the elution of bulk-fill composite components. *Dent Mater*. 2016; 2863: 1-9.
37. Par M, Lapas-Barisic M, Gamulin O, Panduric V, Spanovic N, Tarle Z. Long term degree of conversion of two Bulk-Fill composites. *Acta StomatolCroat*. 2016; 50(4): 292-300.
38. Pineiro R. Restauraciones directas en bloque. *Dossier Universidad Santiago de Compostela* 2016; 132-139.

39. Alkudhairy F. The effect of curing intensity on mechanical properties of different bulk-fill composite resins. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*. 2017; (9): 1-6.
40. Velasco A. Microfiltración de resina bulk-fill fotopolimerizada con 2 tipos de lámparas led con diferente potencia de radiación estudio comparativo *in vitro* [Tesis]. Quito: Universidad central del Ecuador. Facultad de odontología; 2017.
41. Rubí Y. Estudio de la profundidad de polimerización de resinas bulkfill a diferentes distancias de fotoactivacion [Tesis]. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Odontología; 2015.
42. Domínguez R, Corral D, Bader M. Análisis comparativo *in vitro* del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material monoincremental (Tetric N-Ceram Bulk Fill), y uno convencional (Tetric N-ceram). *Revista Dental de Chile*. 2015; 106 (1): 15-19.
43. Kim R, Kim Y, Choi N, Lee I. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*. Feb 2015; 2(2419):1-10.
44. Furnes A, Yousef M, Looney S, Rueggeberg F. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*. Ene 2014; 7(2224):1-11.
45. Flores EA. Grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material mono incremental y uno convencional [Tesis]. Quito: Universidad Central del Ecuador. Facultad de Odontología; 2017.
46. Antivilo J. Análisis descriptivo *in vitro* de la interfaz adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con Tetric N Ceram Bulk Fill y Tetric N Ceram convencional [Tesis]. Santiago-Chile. Universidad de Chile. Facultad de Odontología; 2014.
47. Corral C, Vildósola P, Fernández E, Bersezio C. Revisión de la literatura del estado actual de resinas compuestas Bulk-Fill. *RevFacOdontolUnivAntioq* 2014; 27(1); 177-196.

48. Alves E, Ardu S, Lefever D, Ferreira F, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk- fill composites. *Journal of Dentistry*. 2014; 2242: 1-7.
49. Sánchez V, Borges G, Burnett L, Spohr A. Marginal adaptation and microleakage of a bulk- fill composite resin photopolymerized with different techniques. *Odontology*. 2016: 1-8.
50. Van A, Pedrollo D, Munck J, Wevers M, Van B. Strain development in bulk-filled cavities of different depths characterized using a non-destructive acoustic emission approach. *Dent Mater*. 2016; 2894: 1-13.
51. Ilie N, Stark K. Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*. May 2014; 22(2301):1-9.
52. Kim Y-J, Kim R, Ferracane JL y Lee I-B. Influence of the compliance and layering method on the Wall deflection of simulated cavities in bulk-fill composite restoration. 2016; 41-46: e183-e194.
53. Zorzín J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U, et al. Bulk-fill resin composites: Polymerization properties and extended light curing. *Dental Materials*. Dic 2014; 16(2486):1-9.
54. Ramírez Y, Silva M. Microfiltración en Restauraciones Clase II, Utilizando Diferentes Tipos de Materiales de Restauración Directa, Estudio *In Vitro* [Tesis]. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes. Facultad de Odontología; 2014.
55. Barrancos J. *Operatoria Dental*. 3a ed. Buenos Aires- Bogotá- Caracas- Madrid- México- Sao Paulo: Editorial Médica Panamericana; 2000.
56. Botto I. Estudio Comparativo *in vitro* de la resistencia compresiva y la dureza superficial de un sistema de resina compuesta monoincremental (SonicFill™) y uno convencional (Herculite® Precis) [Tesis]. Santiago- Chile: Universidad de Chile. Facultad de Odontología; 2013.
57. Colodro D. Resistencia compresiva y dureza superficial de un sistema de resina compuesta monoincremental v/s uno convencional. *Rev Biomater Sociedad científica Grupo Chileno de materiales dentales*. Abr 2014; 1(2): 13-31

58. Ehrmantraut M, Terrazas P, Leiva M. Sellado marginal en restauraciones indirectas, cementadas con dos sistemas adhesivos diferentes. *Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral*. 2011; 4(3): 106-109.
59. Chiluzza E. Estudio comparativo *in vitro* de dos técnicas restaurativas a base de resina en lesiones cariosas 1.2 para determinar la existencia o no de filtración marginal [Tesis]. Ambato-Ecuador: Universidad Regional Autónoma de los Andes. Facultad de Ciencias Médicas; 2016.
60. Herrera S, Sánchez F, Reyes G, Vázquez E, Guerrero J. Microfiltración en restauraciones de resina realizadas con diferentes sistemas adhesivos estudio *in vitro*. *Especialidad de Endodoncia*. 2016; 8(2): 41-45.
61. Castiglia V. Principios de investigación Biomédica. Buenos Aires; 1995.
62. Figueroa M, Gil M. Órgano Dentino-Pulpar, Sensibilidad Dentinaria. Caracas, Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Odontología. 2013.
63. Mahn E. Cambiando el paradigma de la aplicación de composites Tetric EvoCeram Bulk Fill. Ivoclar Vivadent AG. [Internet]. 2013 [Citado 13 Nov 2014]: 3-12.
64. Molina C, García I, Aldas J, Falconí G, Armas A. Evaluación del grado de microfiltración en restauraciones de composite tras diferentes periodos de envejecimiento. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2015; 27(1): 76-85.
65. Simancas Y, Rosales J, Vallejo E. Efecto del Termociclado y el acondicionamiento en el sellado de una Resina Microhíbrida. *Acta Odontológica Venezolana*. Año 2012. 50 (2).
66. Radhika M, Girija S, Kumaraswamy B, Neetu M. Effect of different placement techniques on marginal microleakage of deep class-II cavities restored with two composite resin formulations. *J Conserv Dent*. 2010 JanMar; 13(1): 9-15.
67. Campos E, Ardu S, Lefever D, Jassé F, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *J Dent* 2014; 42(5):575-81.



### Anexo 3. Materiales utilizados en el experimento.



**Anexo 4. Equipos usados en el experimento.**



**Anexo 5. Turbina y micromotor marca NSK.**

