



**Universidad  
Andrés Bello®**

**UNIVERSIDAD ANDRES BELLO**

Facultad de Odontología

Escuela de Odontología

EVALUACION DEL GRADO DE MICROFILTRACION DE DOS RESINAS  
COMPUESTA BULK FILL CON DIFERENTE MODALIDAD DE GRABADO DE  
UN ADHESIVO UNIVERSAL

Tesis para optar al título de Cirujano - Dentista

**Autor:** Evelyn Alejandra Arce Caroca

**Tutor responsable:** Dra. Sara Rodriguez Dueri

**Tutor asociado:** Dr. Patricio Vildosola Grez

**Área de investigación:** Odontología Restauradora

Santiago de Chile,

2015.

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mi abuelo Juan Francisco Arce Nuñez (Q.E.P.D), por confiar en mi hasta el último momento de su vida. Y a mis padres y hermana que me apoyaron incondicionalmente durante todos estos años.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis padres por siempre apoyarme en mis decisiones y ser mis pilares en todo momento. A mi hermana por su paciencia y apoyo incondicional.

A la Dra. Sara Rodríguez por aceptar este desafío y brindar su ayuda en todo momento. Al Dr. Patricio Vildosola por su gran ayuda para el término de esta tesis. Al Dr. Manuel Gajardo, por facilitarme las instalaciones del laboratorio de bio-odontología de la Universidad Andrés Bello, sede Viña del Mar.

A mi pareja Jimmy Reyes y mi amiga Sintia Fuentes, por su ayuda en las diferentes etapas de mi investigación.

Y agradecer a mis profesores y pacientes que tuve durante estos años los cuales me ayudaron a crecer como profesional y como persona.

## INDICE

RESUMEN/ABSTRACT.....	5-6
INTRODUCCION.....	7-8
MARCO TEORICO.....	9-39
1. Definición de caries.....	9
2. Caries secundaria.....	9-12
3. Resina compuesta.....	12-21
4. Microfiltración.....	21-22
5. Resinas Bulk Fill.....	21-27
6. Adhesión.....	28-32
7. Adhesivos.....	32-36
8. Adhesivos universales.....	37-38
9. Termociclado.....	38-39
HIPOTESIS.....	40
OBJETIVOS.....	41
MATERIALES Y METODOS.....	42-56
RESULTADOS.....	57-60
DISCUSION.....	61-63
CONCLUSION.....	64
SUGERENCIAS.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	66-70
ANEXOS.....	71-74

## RESUMEN

**Objetivo:** Comparar el grado de microfiltración marginal de restauraciones realizadas con dos resinas compuestas Bulk Fill, (BF), Filtek BF y Tetric N-Ceram BF con modalidad grabado-lavado y autograbado utilizando adhesivo universal (Single Bond Universal, 3M/ESPE, Alemania). **Materiales y métodos:** En 40 terceros molares recientemente extraídos se formaron 4 grupos aleatoriamente: Filtek BF+ técnica autograbado (grupo FA), Filtek BF+ técnica grabado-lavado (grupo FG), Tetric N-Ceram BF + técnica de autograbado (grupo TA), Tetric N-Ceram BF + técnica de grabado-lavado (grupo TG). Un operador realizó en cada diente dos cavidades oclusales con 4 mm de profundidad, y luego se realizó la restauración de cada grupo siguiendo las instrucciones de los fabricantes. Posteriormente cada diente fue colocado en una solución de azul de metileno al 2% durante 12 horas, y luego se les realizó 500 ciclos de termociclado. Después en cada restauración se evaluó .bajo microscopia óptica de 4x, el porcentaje de profundidad de penetración del colorante a lo largo de las paredes laterales. Para el análisis de los datos se utilizó el test de Shapiro Wilk, los test de Anova y Tukey, con un nivel de significancia del 95%. **Resultados:** TA (41,81%) y TG (32,43%) presentaron menores porcentajes de microfiltración que los grupos FA (15,55%) y FG (12,95%). En cada resina BF no hubo diferencias significativas en el grado de microfiltración entre grabado-lavado y autograbado (test Mann-Whitney  $p>0.5$ ). **Conclusiones:** Resina Tetric N-Ceram BF tiene menor microfiltración marginal en cavidades clase I y profundidad de 4 mm que la resina Filtek BF. Las distintas marcas de resinas BF no presentaron diferencias significativas en microfiltración marginal en modalidad de grabado-lavado y autograbado.

## ABSTRACT

**Objective:** Compare the degree of marginal microleakage of restorations with two composites Bulk Fill (BF), Filtek BF and Tetric-N Ceram BF with modality etch-and-rinse and self-etch using universal adhesive (Single Bond Universal 3M / ESPE, Germany ). **Materials and Methods:** 40 third molars newly extracted were formed four groups randomly: Filtek BF + self-etch technique (FA group), Filtek FB + etch-and-rinse technique (FG group), Tetric N-Ceram FB + self-etch technique ( TA group), Tetric N-Ceram FB + etch-and-rinse technique (TG group). An operator performed on each tooth two occlusal cavities 4 mm deep, and then the restoration of each group was performed according to manufacturer's instruction. Subsequently each tooth was placed in a solution of methylene blue 2% for 12 hours, and then they underwent 500 cycles of thermocycling. After every restoration was evaluated, under light microscopy with 4x, the depth percentage of dye penetration along the side walls. For data analyses was used the Shapiro-Wilk test, Anova and the Tukey test with a significance level of 95%. **Results:** TA (41.81%) and TG (32.43%) had the lowest percentages of microfiltration than FA groups (15.55%) and FG (12.95%). In each BF resin there were no significant differences in the degree of between etch-and-rinse and self-etch (Mann-Whitney  $p > 0.5$ ). **Conclusions:** Resin Tetric N-Ceram BF has less marginal microleakage in Class I cavities and depth of 4 mm than Filtek BF resins. Different brands of BF no significant differences in marginal microleakage in technique of etch-and-rinse and self-etch.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de los diversos materiales de restauración directa, la resina compuesta (RC) es el principal material de elección, debido principalmente a la estética y a la constante mejora de sus propiedades <sup>(1)</sup>. Sin embargo una de las causas de fracaso más comunes de las RC es la caries secundaria, debido a que la evidencia ha demostrado que es un material en donde el biofilm puede adherirse más fácilmente <sup>(2)</sup>, sumado a la degradación adhesiva que puede ocurrir entre la interfase diente-restauración y que con el tiempo provoca microfiltración marginal, siendo un nicho para las bacterias cariogénicas <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>.

Una de las causas de la microfiltración marginal es la contracción de polimerización, la cual ocurre en todos los materiales en base a resina <sup>(3)</sup>, siendo influenciada por el factor de configuración cavitaria (Factor C), el cual está dado por la proporción entre el número de superficies adheridas y superficies libres. Así al tener menor número de superficies libres, menor será la capacidad de la resina de escurrir y liberar estrés, pudiendo dar una menor capacidad adhesiva entre el diente y la RC; siendo las preparaciones oclusales, las que tienen un mayor desafío <sup>(5)</sup>. Una de las soluciones para este fenómeno es la aplicación del material en incrementos de no más de 2 mm, sin embargo esta técnica consume mayor tiempo clínico comparado con otro tipo de materiales, además de la posibilidad de incorporar burbujas en cada incremento, provocando efectos secundarios como pérdida de resistencia o desprendimiento del material <sup>(6)</sup>.

Actualmente existen unas nuevas RC llamadas Bulk Fill (BF), las cuales pueden ser utilizadas en un solo incremento de hasta 4 mm., debido principalmente a las modificaciones realizadas en cuanto al relleno, al tipo de monómeros y la mejora del espectro de absorción <sup>(7)</sup>. Estos materiales han demostrado tener un buen desempeño a nivel in-vitro, pero hasta ahora aún falta evidencia en cuanto a las diferentes marcas comerciales y diferentes escenarios.

Sumado a lo anterior, actualmente han aparecido los llamados adhesivos universales los cuales pueden utilizarse con modalidad grabado-lavado o autograbado. Estudios han demostrado cierta controversia en cuanto a la capacidad adhesiva a los diferentes sustratos del tejido dentario como es el esmalte y la dentina <sup>(8)</sup>. Así este adhesivo universal sumado a las BK podría ser de interés debido al ahorro de tiempo y la probabilidad de tener menores efectos secundarios con respecto a las RC convencionales, sin embargo hasta ahora no existe evidencia actualizada del comportamiento de la adhesión entre ambos materiales y con diferente modalidad de grabado por lo que sería interesante evaluarlos en preparaciones biológicas oclusales en donde es el escenario de mayor complejidad en cuanto a la contracción de polimerización.

Por estas razones el principal objetivo de este estudio fue comparar el grado de microfiltración marginal de restauraciones realizadas con dos diferentes resinas compuestas Bulk Fill utilizando adhesivo universal con modalidad grabado-lavado y autograbado. Por no tener antecedentes actuales se propone una hipótesis nula en donde no existe diferencia significativa del grado de microfiltración marginal entre dos resinas Bulk Fill con modalidad grabado-lavado y autograbado.



## **MARCO TEORICO**

### **1. Definición de caries**

La enfermedad caries es el resultado de un proceso dinámico, en el que los microorganismos presentes en la placa dental pueden llevar un desequilibrio entre la fase mineral del diente y el medio bucal circundante, a través de la producción de ácido por parte de dicha microbiota. Se trata por tanto del producto directo de la variación continua del pH de la cavidad bucal, resultado de sucesivos ciclos de desmineralización y de reprecipitación sobre la superficie dental de minerales presentes en la saliva como el calcio y el fosfato. Consecuentemente, el equilibrio fisiológico del proceso de desmineralización – remineralización puede ser restaurado y traducirse clínicamente como una lesión de caries inactiva. Estas manifestaciones suceden a lo largo del tiempo. Si la desmineralización sobrepasa la capacidad de remineralización del diente y esto no es detectado oportunamente, se vuelve irreversible, produciéndose una desintegración de los tejidos duros del diente, lo que conduce a la formación de una cavidad o una pérdida de estructuras y mayor o menor envergadura según haya sido la severidad de la lesión, secuela que será necesario reparar para permitir que la pieza dentaria recupere su morfología y junto con ella su función y estética, además de establecer las maniobras para recuperar la salud y el equilibrio del ecosistema bucal. <sup>(16)</sup>

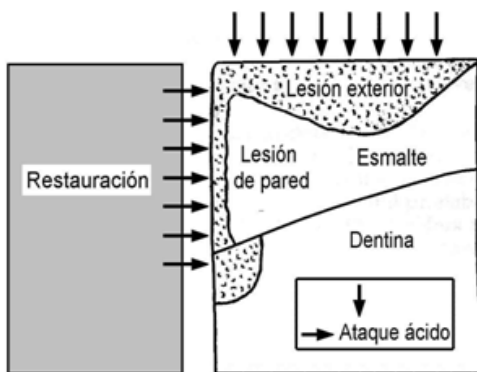
### **2. Caries secundaria**

Caries secundaria es la caries primaria en el margen de una restauración. Histológicamente se mostrará como caries primarias próximas al margen de la

restauración, y puede haber líneas de desmineralización, llamadas lesiones de pared, corriendo a lo largo de la pared de la cavidad. Estos son una consecuencia de microfiltración, pero los estudios clínicos y microbiológicos parecen indicar que esta fuga no conduce a la desmineralización activa debajo de la restauración.

La lesión de caries secundaria puede originarse en dos zonas: en el esmalte o cemento de la superficie dentaria conformando una lesión externa, y en el esmalte o dentina a lo largo de la interfase diente-material restaurador constituyendo una lesión de pared. <sup>(17)</sup> ( Fig 1)

Figura 1. Imagen esquemática que representa la lesión externa y la lesión de pared de una caries secundaria. <sup>(17)</sup>



La lesión externa presenta los mismos signos clínicos observados en la caries primaria, es decir, el primer signo evidente es la lesión típica de mancha blanca, cuyo color blanco opaco contrasta con el brillo del esmalte adyacente intacto, pero puede estar afectado por los componentes o productos de degradación o corrosión del material restaurador adyacente, lo que se traduce en alteración o cambio del color normal del esmalte. Con la progresión de la lesión, la capa superficial puede desintegrarse y originar la cavitación

En cuanto a la lesión de pared no está claro cómo se desarrolla, existen dos hipótesis al respecto, la primera se refiere a que se inicia en presencia de filtración o microfiltración de bacterias, fluidos o iones de hidrógeno en la interfase diente-material restaurador y la segunda señala que la lesión de pared se desarrolla por la progresión de la lesión externa. <sup>(18)</sup>

Con respecto a la microfiltración, señalan que la lesión de pared, puede originarse como consecuencia de la difusión de iones de hidrógeno a través de, microespacios en la interfase diente-material restaurador. <sup>(19)</sup>

Luego de la aplicación del material restaurador en boca, esta restauración es inmediatamente cubierta por la película salival, la cual se propaga rápidamente dentro de las irregularidades y microespacios de la interfase diente-material restaurador, donde las bacterias bucales se adhieren a la película salival y se multiplican invadiendo la interfase <sup>(20)</sup>. Estudios, han demostrado la presencia de bacterias dentro de la interfase diente-material restaurador, y de acuerdo a condiciones apropiadas y al tiempo, estas bacterias podrían potencialmente desmineralizar la estructura dentaria a lo largo de la pared cavitaria <sup>(21)</sup>. La lesión externa y la lesión de pared pueden originarse juntas o separadas. El desarrollo de la lesión de pared sin una lesión externa es poco frecuente. Datos in vitro sugieren que la caries secundaria se inicia en la superficie externa, y la presencia y progresión de la lesión de pared depende de la progresión de la lesión externa. Estudios in vitro controlados donde se evita el desarrollo de la lesión externa, la aparición de la lesión de pared es extremadamente difícil. <sup>(22)</sup> Clínicamente, la lesión de pared no puede ser observada hasta que el avance de la lesión alcance un punto donde se pigmenta el tejido pudiendo observarse una sombra grisácea u opaca a nivel sub-superficial. <sup>(17)</sup>

La caries secundaria o recurrente se localiza con mayor frecuencia en los márgenes gingivales de restauraciones clase II, III, IV y V y en áreas retentivas donde se acumula placa dental, como a nivel de la interfase diente-material restaurador, y sobrecontornos o subcontornos marginales. <sup>(18)</sup>

Lo contrario, ocurre en los márgenes oclusales de las restauraciones, donde es muy raro observar este tipo de lesiones, se atribuye a que son márgenes donde existe acceso al control de placa dental. <sup>(17)</sup>

Existen tres factores que pueden predisponer al desarrollo de caries secundaria en el margen gingival de las restauraciones: técnica restauradora, propiedades del material restaurador y control de placa dental por parte del paciente.

Cuando se analiza la técnica del procedimiento restaurador, se considera al margen gingival vulnerable a la contaminación, por la filtración de fluido gingival y saliva, entre la matriz y el margen cavo-superficial, especialmente, si no se emplea goma dique para el control del campo operatorio, y si el margen gingival se localiza subgingival. Al insertar la primera capa de material restaurador en el cajón proximal, se oculta el piso gingival, imposibilitando el acceso visual, y aumentando las deficiencias en la adaptación del material restaurador a ese nivel, y estos defectos o vacíos contribuyen a la acumulación de placa dental y posterior desarrollo de caries secundaria. <sup>(18)</sup>.

### **3. Resina compuesta**

Las resinas compuestas corresponden a un material restaurador plástico de obturación directa y que se define como una combinación tridimensional de dos materiales químicamente diferentes (orgánico e inorgánico) unidos entre sí por un agente de acoplamiento. De acuerdo con esto, interviene tres fases: una matriz orgánica, un relleno inorgánico, y un agente de acoplamiento, el que generalmente corresponde a un compuesto silicio orgánico, el cual se caracteriza por ser una molécula bifuncional capaz de interactuar con la matriz orgánica y con las partículas de relleno inorgánico simultáneamente.

## Componentes de la resina compuesta

Matriz orgánica: constituida por un monómero que puede ser BisGMA o dimetacrilato de uretano (UDMA). Estos oligómeros de BisGMA y UDMA son líquidos muy viscosos, lo que hace que al incorporar el relleno, se forme un biomaterial altamente plástico con poca capacidad de trabajo. Es por esto que para controlar la densidad del biomaterial se adicionan monómeros de bajo peso molecular (Ej: TEGDMA, BISEMA6, BISEMA10) los que actúan como solventes del BisGMA o del UDMA, controlando así su viscosidad y permitiendo agregar mayores cantidades de relleno inorgánico, sin alterar la capacidad de trabajo del material resultante. Sin embargo, estos monómeros solventes, al ser de menor peso molecular, aumentan el grado de contracción del material al polimerizar, motivo por el cual su adición debe ser controlada para evitar un efecto negativo sobre esta propiedad. <sup>(23)</sup>

Posteriormente los oligómeros y monómeros en conjunto reaccionan formando un polímero, por la presencia de doble enlaces entre los carbonos de los grupos terminales de cada uno de ellos.

Fase inorgánica: constituida por partículas inorgánicas de tamaño pequeño y formas variables que incluyen los llamados “vidrios blandos”, “vidrios duros” (borosilicato), cuarzo fundido, silicato de aluminio, silicato de aluminio litio, fluoruro de iterbio, bario, estroncio, circonio y vidrio de zinc. Se encuentran dispersas en la matriz con el objetivo de reforzar el material mejorando las propiedades mecánicas de la matriz orgánica, disminuir la contracción de polimerización, reducir la expansión térmica, mejorar la manipulación del material e impartir radiopacidad y fluorescencia.

Agente de conexión: Es una molécula de tipo bifuncional, que permite la unión química entre los monómeros de la matriz de resina y las partículas de relleno.

Este elemento ayuda a mejorar las propiedades físicas y mecánicas, además de impedir la filtración de agua a través del composite. Para lograr esto, los fabricantes tratan la superficie de las partículas de relleno con un compuesto silícico orgánico (silano) como el gamma-metacriloxipropiltrimetoxisilano. <sup>(24)</sup>.

Existen otros componentes de las resinas compuestas entre los cuales se encuentran ; estabilizadores de color , cuya finalidad es absorber la luz ultravioleta y se utiliza para evitar cambios de coloración , los inhibidores de la polimerización , para evitar la polimerización prematura de las resinas compuestas y dar tiempo de trabajo , y los iniciadores de la polimerización , donde el iniciador será diferente de acuerdo al sistema de activación empleado , existiendo sistema de activación química y física. <sup>(23)</sup>

Clasificación de las resinas.

1. Según su viscosidad:

Empacables o de alta viscosidad: son resinas con un alto porcentaje de relleno inorgánico con partículas irregulares (superior a un 80% en peso). De esta forma se reduce la cantidad de matriz de resina aumentando su viscosidad.

Fluidas o de baja viscosidad: son resinas que se les ha disminuido el porcentaje de relleno inorgánico y se han agregado a la matriz de resina algunas sustancias o modificadores diluyentes tienen alta capacidad de humectación de la superficie dental, asegurando la penetración en todas las irregularidades Pueden formar espesores de capa mínimos, lo que previene el atrapamiento de burbujas de aire .Tienen una alta elasticidad (3,6 - 7,6 GPa), lo que provee una capa elástica entre la dentina y el material restaurador, que puede contrarrestar su alta contracción de polimerización (4 a 7 %), asegurando la continuidad en la

superficie adhesiva y reduce la posibilidad de desalajo en áreas de concentración de estrés en la interface diente-restauración.

## 2. Según su relleno:

Las resinas compuestas se pueden clasificar de acuerdo al tamaño de las partículas de relleno en:

Resinas de macrorelleno o convencionales: son las primeras en aparecer en el mercado, las partículas de relleno eran de cuarzo o vidrio y tenían un tamaño que iba desde los 10 a 50  $\mu\text{m}$ . La alta carga de relleno se logró con estas partículas grandes, lo que disminuyó la contracción de polimerización y aumentó la resistencia mecánica. Este tipo de resinas fue muy utilizada, sin embargo, el acabado superficial era pobre debido al desgaste preferencial de la matriz resinosa, propiciando la prominencia de grandes partículas de relleno, más resistentes al desgaste. Además, la rugosidad derivaba en poco brillo superficial y en una mayor tendencia a la pigmentación y al acúmulo de placa bacteriana.

Estas resinas tienen una buena resistencia a la compresión en relación al esfuerzo a las que son sometidas y tienen un buen rendimiento en aplicaciones en que se deben soportar fuerzas de oclusión intensas como en las piezas posteriores, ya que el módulo elástico o de rigidez de los composites depende fundamentalmente de la cantidad de relleno volumétrico.

Resinas de Microrelleno: estas resinas se desarrollaron para suplir las deficiencias de pulido que presentaban las resinas de macrorelleno. Estas contienen relleno de sílice coloidal con un tamaño de partícula entre 0.01 y 0.05  $\mu\text{m}$ . Debido a su pequeño tamaño y su mayor superficie de contacto por unidad volumen, las partículas absorben una mayor cantidad de matriz

monomérica, lo que genera que sólo pueda agregarse una pequeña cantidad de partículas (del orden del 38% del volumen), por lo tanto las propiedades mecánicas son inferiores a las resinas de macrorelleno.

Clínicamente estas resinas se comportan mejor en la región anterior, donde las tensiones masticatorias son relativamente pequeñas, proporcionan un alto pulido y brillo superficial, confiriendo alta estética a la restauración. Sin embargo, cuando se aplican en la región posterior muestran algunas desventajas, debido a sus inferiores propiedades mecánicas y físicas, ya que, presentan mayor porcentaje de sorción acuosa, alto coeficiente de expansión térmica y menor módulo de elasticidad.

Resinas Híbridas: se desarrollaron con el objetivo de obtener un material mejorado con las cualidades de las dos resinas anteriores. Se componen por lo mismo de una mezcla de partículas: micropartículas de 0,05  $\mu\text{m}$  y macropartículas de 1 a 10  $\mu\text{m}$ . aproximadamente, con un promedio sobre el micrón.

Sus características principales son que disponen de una gran gama de colores, una menor contracción de polimerización, menor sorción acuosa, además de excelentes características de pulido y texturización, abrasión, desgaste y un coeficiente de expansión térmica muy similar al experimentado por las estructuras dentarias, pudiendo ser usadas tanto en el sector anterior como en el posterior.

Resinas Microhíbridas: son materiales intermedios entre las resinas híbridas y las resinas de microrelleno, optimizando así las cualidades de pulido y de resistencia mecánica y al desgaste. Presentan los dos tipos de partículas de las resinas compuestas híbridas, pero con un tamaño máximo no superior a los 3  $\mu\text{m}$  y con un promedio de ellas entre 0.4 y 0.9  $\mu\text{m}$ . Esto permite obtener un



mayor porcentaje volumétrico de relleno y por ende una menor cantidad de matriz orgánica, lo que les confiere una menor contracción de polimerización, un menor coeficiente de expansión térmica y de sorción acuosa. Esto disminuye el estrés de la polimerización y la generación de microbrechas, que son los responsables de la filtración marginal, los cambios de color del margen de la restauración, la penetración bacteriana y la posible sensibilidad post-operatoria. Dada su capacidad de pulido, poseen buenas propiedades estéticas, estabilidad de color y buena resistencia al desgaste y a la fractura.

Resinas de Nanorelleno: Este tipo de resinas son un desarrollo reciente, contienen partículas con tamaños menores a 10 nm (0.01 $\mu$ m), en promedio de 25 nm. Este relleno se dispone de forma individual o agrupada en "nanoclusters" o nanoagregados de aproximadamente 75 a 200 nm. Esto incrementa el porcentaje de relleno a niveles de 90%-95% en peso, controlando de mejor manera la contracción de polimerización y mejorando las características físicas. El uso de la nanotecnología en las resinas compuestas ofrecen alta translucidez y un pulido superior, similar a las resinas de microrelleno, pero manteniendo propiedades físicas y de resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas. Por estas razones, tienen aplicaciones tanto en el sector anterior como en el posterior.

Resinas Nanohíbridas: son resinas compuestas híbridas que contienen como relleno inorgánico, partículas esféricas de nanorelleno, en forma prepolimerizada. Poseen propiedades como reducida contracción de polimerización, propiedades mecánicas aumentadas, comportamiento óptico, gran capacidad de pulido y estética mejoradas. <sup>(25)</sup>.

## Polimerización

La polimerización de las resinas compuestas consiste en un proceso de unión de moléculas monoméricas en una estructura polimérica reordenada, mediante el reemplazo de los dobles enlaces dentro de los monómeros por los enlaces simples entre monómeros. Esto debido a la acción de radicales libres de alta energía, generados por un iniciador activado de manera química o física. <sup>(26)</sup>

Factores que afectan la calidad de la polimerización: <sup>(27)</sup>

- Tipo de material: materiales más oscuros u opacos necesitan una mayor cantidad de luz para completar la polimerización, ya que la profundidad de polimerización es menor.
- Unidad de luz empleada: tiene que tener una intensidad lumínica adecuada (La intensidad de la luz debe ser igual o mayor de 600 mW/cm<sup>2</sup> para asegurar un mínimo de 400 n en el primer incremento de composite en cavidades posteriores), y un espectro de radiación acorde a la necesaria por el activador. (Longitud de onda entre 400 y 500 n.)
- Tiempo de fotoactivación: un tiempo reducido de exposición no generará una polimerización completa. Depende del color del composite, potencia de la lámpara, profundidad de la cavidad, espesor de la capa, estructuras dentales interpuestas, cantidad de relleno del composite
- Espesor del material: No debe ser mayor a 2 mm de espesor, ya que la luz al penetrar en la masa del material es absorbida y va perdiendo su capacidad de polimerizar.
- Distancia luz-material: debe ser mínima evitando siempre el contacto del material con la punta de la lámpara. Así se optimiza la potencia por unidad de superficie irradiada y la calidad de la polimerización es superior. (Distancia óptima: <1 mm, con la luz perpendicular al material.

## Contracción de polimerización

Todo proceso de polimerización de una resina compuesta conlleva una contracción de polimerización, esta es inherente al material y no se puede evitar. La contracción de polimerización es un fenómeno de gran importancia clínica y que si no es tomado en cuenta puede repercutir clínicamente en los resultados.

Debido a la polimerización, los sistemas de resina se contraen, producto de la formación de una red macromolecular. En este proceso se produce un reordenamiento espacial de las moléculas que constituyen finalmente un polímero que espacialmente ocupa un menor espacio que el que tenían en la fase líquida o plástica previa. <sup>(23)</sup>

Esta contracción varía dependiendo del tipo de resina compuesta, y sus valores varían entre 1,5 y 4% del volumen de éstas a las 24 horas de endurecimiento. <sup>(28)</sup> Esta contracción es un proceso complejo en el cual se generan fuerzas internas en la estructura del material que se transforman en tensiones cuando el material está adherido a más de una superficie, pudiendo quedar como tensiones residuales una vez finalizado el proceso de polimerización. <sup>(29)</sup>

En muchas ocasiones estas tensiones se traducen en fallas adhesivas de la restauración, donde ésta se despegga de las paredes de la cavidad; o en fallas cohesivas de la misma, con aparición de grietas en la fase resina. Si la interfase diente-restauración permanece intacta, la contracción de polimerización puede provocar el fenómeno de flexión cuspídea en las cavidades compuestas, movimiento responsable en ciertos casos de sensibilidad post operatoria o fracturas de cúspides. Por lo tanto, la contracción de polimerización es uno de los factores que más va a influir en la longevidad de una restauración de resina compuesta. <sup>(28)</sup> (Fig. 2)

Figura 2. Esquema de contracción de polimerización



(Fuente: [www.biomater.cl](http://www.biomater.cl))

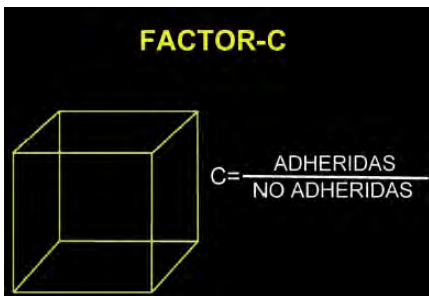
De acuerdo a lo anterior, la Contracción de Polimerización puede ocasionar:

- Brechas en el borde cavo superficial.
- Pigmentación de la brecha marginal diente – restauración.
- Estrés interno de la resina.
- Deflexión intercuspídea.
- Sensibilidad postoperatoria por posible microfiltración o problemas de la técnica de aplicación del adhesivo o de la resina compuesta.
- Recurrencia de caries.

Para poder contrarrestar este fenómeno, debe aplicar determinadas maniobras, mediante una técnica operatoria adecuada. Una de las formas utilizadas para evitar estos sucesos es mediante el uso de una técnica incremental, en la cual se sugiere no agregar incrementos de más de dos milímetros de grosor entre cada fotoactivación, y que éstos vayan hacia una sola pared cavitaria, de manera que las tensiones generadas en la fotoactivación sean de poca magnitud y localizadas, controlando de cierta manera el factor C, ya que generalmente, cuanto menor sea el área libre o no adherida en una restauración, la resina compuesta tendrá menor capacidad para fluir durante la contracción de polimerización y por lo tanto, el estrés generado en la interfase será mayor (Fig. 3). Por lo tanto, con una adecuada técnica incremental

lograremos bajar el factor C a valores menores a 1, debido al aumento de la superficie libre.

Figura 3. Formula del factor c



(Fuente: [www.biomater.cl](http://www.biomater.cl))

Algunos autores hablan de ir aumentando gradualmente la intensidad de la luz, de manera de aumentar el tiempo de la fase pre gel de endurecimiento del material , lo que le proporcionaría más tiempo al material para liberar tensiones antes de llegar a un estado sólido, en el cual las tensiones ya no pueden ser liberadas. <sup>(29)</sup>.

#### 4. Microfiltración

Los factores más esenciales que determinan la preservación de la restauración colocada en una cavidad son el sello marginal y la ausencia de fugas. La microfiltración marginal es un proceso que consiste en la penetración clínicamente indetectable de bacterias, sus metabolitos, enzimas, toxinas, iones, y otros factores cariogénicos entre el relleno y la pared de la cavidad. Las consecuencias clínicas de microfiltración son caries secundaria, inflamación de la pulpa, decoloración marginal, sensibilidad postoperatoria, y la reducción de la longevidad de la restauración. Se cree que la carga existente oclusiva de la cavidad oral y los cambios térmicos favorecen la formación de una brecha

marginal en la superficie de contacto entre el diente y el material. El aumento de las expectativas de los pacientes en relación con la estética han hecho recientemente a las resinas compuestas el material más utilizados en la actualidad para restauración de los tejidos perdidos de los dientes. Esto se aplica no solo a las restauraciones en dientes anteriores, sino también en los dientes posteriores. Dentistas esperan de la tecnología moderna un material compuesto con alto valor estético, menos contracción de polimerización, integridad marginal perfecta, y las propiedades físico-mecánicas pertinentes. Si el material proporciona facilidad y corto tiempo de la colocación, estas son características muy deseables para el avance tecnológico dentro del campo de las resinas compuestas. <sup>(30)</sup>

## **5. Resinas Bulk Fill**

Para solucionar estos problemas, algunos autores proponen una técnica alternativa de restauración llamada técnica monoincremental (bulk-fill), en la cual se aplica sólo un incremento de material restaurador a la preparación cavitaria, para luego ser fotopolimerizado (Fig. 4). <sup>(31)</sup> Tradicionalmente no se recomienda esta técnica, ya que al aplicarla usando resinas compuestas convencionales produce problemas relacionados con la contracción y estrés de polimerización (por tener un factor C desfavorable) tales como desadaptaciones marginales e internas que podrían causar por ejemplo caries secundaria, irritación pulpar o sensibilidad post operatoria. <sup>(32)</sup>

Figura 4. Técnica monoincremental. Pasos clínicos de Resina Filtek Bulk Fill <sup>(33)</sup>



Entre sus características más importantes están el poseer una alta carga de relleno inorgánico y una alta translucidez, permitiendo una profundidad de fotopolimerización mayor y una contracción volumétrica menor que las resinas compuestas convencionales.<sup>(35) (34)</sup>. Por tanto una de las mayores ventajas de estos composites se establece en la opción de colocar incrementos de material restaurador iguales o incluso mayores a 4 milímetros de espesor, sin aumentar la contracción de polimerización o afectar la adaptación a la preparación cavitaria o disminuir el grado de conversión del composite. (36) Su composición no difiere mucho de las Resinas compuestas convencionales. La matriz de estas resinas se basa principalmente en monómeros de Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPDMA. Sin embargo, en algunos casos se han agregado monómeros distintos y/o modificado el clásico monómero de Bowen (Bis-GMA:2,2-bis[4-(2-hydroxy-3-methacryloxyprpoxy)phenyl] propane) por monómeros de menor viscosidad.

Durante los últimos años se han lanzado al mercado distintas formas comerciales este nuevo tipo resinas compuestas llamadas Bulk Fill, por ende, ya es posible establecer una clasificación de acuerdo a su viscosidad, indicación de uso y técnica de aplicación de estos materiales.<sup>(37)</sup>

## 1. De acuerdo a la viscosidad

- Fluidas: estas resinas permiten incrementos de hasta 4 mm., tienen una consistencia similar a la de las resinas fluidas y han sido indicadas para ser usadas como base en cavidades clase I y II de Black, requiriendo una capa adicional de 2 mm de RC convencional en la cara oclusal
- Fluidas con vibración sónica: que corresponde a una RBF que necesita de una pieza de mano sónica especial para su aplicación y que el fabricante incluso ha patrocinado que puede ser usado hasta en incrementos de 5 mm. Esta es activada por medio de vibración sónica, produciéndose una baja momentánea en la viscosidad durante su aplicación. Esta resina también está indicada en clases I y II prescindiendo de una cubierta oclusal.
- Condensables o empaquetables: se pueden usar en incrementos de hasta 4 mm sin la necesidad de una capa oclusal extra realizada con otro material. Se pueden usar en cavidades I y II de Black.

## 2. Según uso :

- Resinas Bulk Fill de viscosidad fluida para ser usada como base cavitaria.
- Resinas Bulk Fill de viscosidad fluida activada sónicamente para ser usada como material de restauración directa.
- Resinas Bulk Fill de viscosidad normal para ser usada como material de restauración directa. A pesar de que los fabricantes indican el uso de este material en toda la cavidad, hay que mencionar que se ha recomendado, en algunos casos, la adición de una última capa

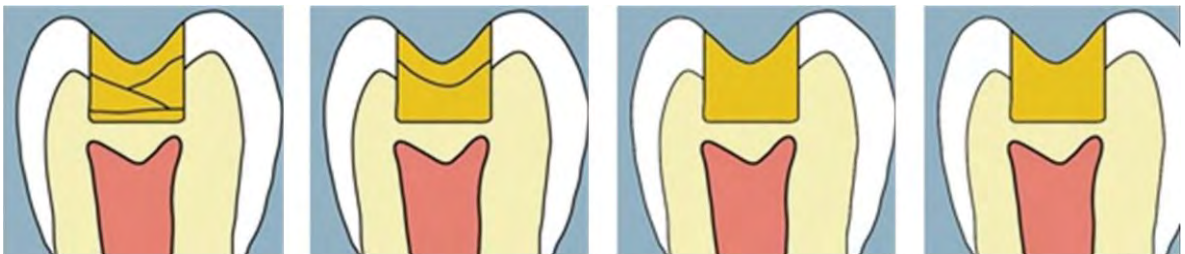


superficial de RC convencional para otorgar mejores propiedades estéticas.

### 3. Según técnica de aplicación: (fig. 5)

- Monobloque
- Monobloque con activación de vibración sónica
- Monofloque , con capa superficial de resina compuesta convencional

Figura 5. Ilustración de la técnica incremental oblicua de aplicación de RCs convencionales y de los tres tipos de técnicas de aplicación de RBFs (de derecha a izquierda: RC convencional, RBF monobloque con capa RC convencional, RBF monobloque activación sónica, RBF monobloque moldeable.



(Corral C. 2015)

Entre las resinas bulk-fill de composición condensables tenemos al Tetric EvoCeram Bulk Fill de Ivoclar Vivadent es una resina compuesta nanohíbrido radiopaco moldeable para la restauración directa de piezas posteriores en incrementos de hasta 4 mm. Se obturan y se realiza el modelado de las piezas dentales sin necesidad de una capa de acabado. La matriz monomérica está compuesta por dimetacrilatos (19-21% en peso). En contenido total de relleno es 77-77% en peso o 53-55% en volumen. <sup>(38)</sup>

También está, la Filtek Bulk Fill, de la empresa 3M, es una resina de nanorelleno moldeable para piezas posteriores con incrementos de hasta 5

mm. Contiene innovadores monómeros de disminuyen el estrés de polimerización. Excelente manipulación, brillo y resistencia, gracias a su Nano-relleno que ofrece gran fuerza y resistencia al desgaste, y además, excelente retención de pulido. <sup>(33)</sup>.

Para el estrés de polimerización, Filtek Bulk Fill contiene dos novedosos monómeros de metacrilato, que combinados, la disminuyen. Uno de los monómeros, un metacrilato aromático de alto peso molecular (AUDMA), disminuye la cantidad de grupos reactivos en la resina. Esto ayuda a moderar la contracción volumétrica, así como la rigidez de la matriz polimérica en desarrollo y al final, que son los factores que contribuyen al desarrollo del estrés de polimerización.

El segundo metacrilato novedoso representa una clase de compuestos llamados monómeros por adición/fragmentación (AFM). Durante la polimerización, los AFM reaccionan para desarrollar polímeros, como con cualquier metacrilato, incluyendo la formación de enlaces cruzados entre cadenas adyacentes de polímeros. Los AFM contienen un sitio con un tercer reactivo que se desintegra a través de un proceso de fragmentación durante la polimerización. Este proceso da lugar a un mecanismo para la relajación de la cadena en desarrollo y la subsecuente disminución del estrés. Sin embargo, los fragmentos siguen conservando la capacidad de reaccionar entre sí o con otros sitios reactivos del polímero en desarrollo. De esta manera es posible aminorar del estrés, al mismo tiempo que se mantienen las propiedades físicas del polímero.

Diversas razones se han elaborado para explicar la mayor profundidad de curado observada en Resinas Bulk Fill en comparación a las convencionales. Principalmente, se han propuesto tres: la incorporación de sistemas de iniciación más eficientes en algunas resinas, mayor translucidez, lo que permitiría una penetración más profunda de la luz al disminuir la absorción de

luz por los pigmentos y la disminución de la superficie de interface matriz/relleno que desciende la refracción de la luz.

En las resinas bulk-fill se ha observado porcentajes de rellenos menores a las resinas convencionales microhíbridas y nanohíbridas, comparable a las resinas convencionales fluidas en porcentaje de rellenos por volumen, pero mayores en peso. Se ha propuesto que esta menor proporción de relleno, junto con el aumento de tamaño (20  $\mu\text{m}$ ) podría aumentar la profundidad de curado al disminuir la diferencia de refracción entre matriz relleno mejorando así la penetración de la luz. <sup>(36)</sup>

Entre los componentes cabe mencionar que las resinas bulk-fill se enfocaron en mejorar el espectro de absorción y la reacción a la luz de los iniciadores. Aunque el número de fotones que alcanzan el suelo de la cavidad es significativamente más pequeño que aquellos que están en la superficie de la restauración, todavía hay suficientes moléculas iniciadoras capaces de desencadenar la reacción en capas de 4mm de profundidad.

Una nueva clase de fotoiniciadores de germanio se ha sintetizado e investigado, que conduce a la comercialización del producto Ivocerin (Patentado por el fabricante Ivoclar-Vivadent). La empresa Ivoclar Vivadent concluyó los estudios básicos sobre los fotoiniciadores basados en germanio y extendió el estudio con ensayos mecánicos y clínicas adicionales de compuestos dentales. Como obtuvo resultados satisfactorios, el fotoiniciador 2 se introdujo en el mercado bajo el nombre comercial Ivocerin y un compuesto dental con una mejor profundidad de polimerización se desarrolló (Tetric EvoCeram Bulk Fill) utilizando una combinación de CQ / DMAB y Ivocerin® como fotoiniciadores. <sup>(39)</sup>. Tiene diferentes tiempo de fotopolimerización depende el tipo de luz foto polimerizable , UV o LED, al igual que las resinas convenciones. <sup>(40)</sup>

## 6. Adhesión

Se define como toda fuerza que permite mantener dos superficies en contacto, o la fuerza que se opone a la separación de los cuerpos manteniéndolos unidos cuando están en íntimo contacto. Mecanismo que une dos materiales en íntimo contacto a través de una interfase.

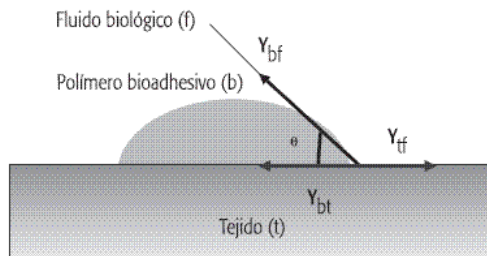
La adhesión es la unión íntima que se sucede entre dos superficies de diferente naturaleza química gracias a fuerzas interfaciales. Fuerzas interfaciales que pueden ser de dos tipos, las primeras químicas y/o electrostáticas, y las segundas mecánicas. Las mecánicas pueden ser producidas por efectos geométricos y/o efectos reológicos, producto de lo cual algunos postulan que no podrían considerarse adhesivas sino más bien de traba mecánica. Las fuerzas interfaciales producidas por uniones químicas, pueden ser generadas por uniones de Valencia Primaria (Enlaces Iónico, Covalente y Metálico) o Secundaria (Fuerzas de Van der Waals, de London y Puentes de Hidrogeno) y se deben considerar adhesivas. Dentro de la práctica de nuestra profesión tienen gran importancia los enlaces covalentes, ya que estos enlaces son particulares de la química del carbono, la cual es característica en los polímeros. <sup>(41)</sup>

Para obtener una adecuada adhesión, se deben cumplir algunos requisitos, tanto del adhesivo como del adherente, los cuales son:

- 1.- Adaptación, el adhesivo debe primero impregnar bien la superficie de las estructuras. La forma para evaluar este requisito se realiza a través del ángulo que se forma entre una gota del adhesivo líquido y la superficie del sólido, estando la gota sobre la superficie del sólido. Este es el llamado ángulo de contacto o de humectancia, el cual se forma entre la tangente a la periferia de la gota que forma el líquido adhesivo, y la superficie del sólido. Entre menor sea el

ángulo de contacto, mejor será la adaptación, y por lo tanto la capacidad de adhesión. (Fig. 6)

Figura 6. Representación gráfica del ángulo de contacto y humectación de la superficie.



(Vallejo Díaz Bibiana M, 2008)

2.- El adhesivo debe tener baja viscosidad y además poseer una baja tensión superficial, para fluir libremente sobre la superficie.

3.- Debe existir compatibilidad química entre el adhesivo y el adherente.

4.- Para que el adhesivo escurra y moje la superficie del sólido, este debe tener una energía superficial mayor a la tensión superficial del líquido, de manera de poder atraerlo hacia sí y evitar que el adhesivo forme gotas. Para que se manifieste la energía superficial de la superficie del sólido, se necesita una superficie limpia y libre de impurezas que impidan que se manifieste la energía superficial del sólido.

5.- El adhesivo debe cambiar de la fase líquida a la sólida con una mínima contracción al endurecer, y por otro lado es importante también que su variación dimensional térmica sea similar al de las estructuras a unir.

Lo que se quiere lograr en la odontología adhesiva es que se produzcan enlaces químicos de tipo primarios, pero las Resinas Compuestas no logran este tipo de adhesión, sólo se produce una adhesión micromecánica, basada principalmente en la técnica de grabado ácido.<sup>(28)</sup>

## Adhesión a tejidos dentarios

Las piezas dentarias están conformadas por distintos tejidos, que difieren entre sí en composición, localización y cantidad, lo cual determinará una forma de adhesión específica a cada uno de ellos.

### Esmalte

Es el tejido más mineralizado y por lo tanto más duro de nuestro cuerpo. Tiene ausencia de colágeno y está compuesto mayoritariamente por cristales de hidroxiapatita,  $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$  en un 95%, seguido de agua (4%) y finalmente materia orgánica (1%). Este tejido recubre toda la corona anatómica de las piezas dentarias, y se extiende desde el límite amelo-dentinario hasta la superficie externa, su unidad constitutiva se denomina prisma, cuyo diámetro varía entre los 4  $\mu m$  y los 6  $\mu m$

La adhesión a esmalte está en estrecha relación con el acondicionamiento ácido de su superficie, el que busca cambiar una superficie lisa y suave por una rugosa y áspera, aumentando la superficie de contacto como la energía superficial disponible. El acondicionamiento de superficie más comúnmente utilizado se realiza con ácido ortofosfórico en concentraciones que van desde el 35% al 40%, siendo la de 37% la más utilizada. Este grabado de la superficie produce distintos patrones de desmineralización, los que se han clasificado de la siguiente forma <sup>(23)</sup>:

Tipo I: Desmineraliza preferentemente el centro de los prismas, quedando la periferia relativamente intacta.

Tipo II: Desmineraliza en su mayoría la periferia de los prismas, de forma inversa al patrón anterior. (Es el que se quiere lograr)

Tipo III: La desmineralización afecta independientemente al centro de los prismas y a la periferia, por lo que se obtiene un patrón irregular.

## Dentina

Conforma la mayor parte de la estructura dentaria, siendo la porción de tejido duro del complejo pulpo dentinario y está constituida por la matriz dentinaria calcificada y las prolongaciones odontoblásticas, las cuales siguen un trayecto sinuoso a lo largo de todo su recorrido, aumentando su diámetro y cantidad mientras más cercano a la pulpa. La dentina está constituida aproximadamente por un 70% de materia inorgánica, 20% de materia orgánica (principalmente colágeno tipo I) y 10% de agua.

En la dentina se pueden encontrar diferentes estructuras según el grado de calcificación: túbulos dentinarios, dentina peritubular y dentina intertubular. <sup>(42)</sup>.

La adhesión es complicada debido a su compleja histología y a la formación de barro dentinario, el cual corresponde al colágeno e hidroxiapatita dañados y detritus inorgánico que cubren la dentina después de la preparación cavitaria y a la eliminación de la caries con instrumentos rotatorios. El barro dentinario tiene un espesor de 0.5 a 5.0 micrones, este se deposita en la superficie de la preparación cavitaria, ocluye los túbulos dentinarios y disminuye la permeabilidad de la dentina en un 86% . Actúa como una barrera de difusión, que evita el contacto íntimo entre el sistema adhesivo y el sustrato.

Fusayama y colaboradores en 1979 desarrollaron la técnica de grabado total, donde se graba tanto el esmalte como la dentina con ácido ortofosfórico al 37% de forma simultánea.

Esta técnica remueve el barro dentinario, descalcifica la dentina intertubular y peritubular, aumenta la permeabilidad dentinaria y ensancha los túbulos. La

profundidad de la descalcificación se ve afectada por varios factores, incluyendo el pH, concentración, viscosidad y tiempo de aplicación del ácido.<sup>(43)</sup>

## 7. Adhesivos

Los adhesivos dentinarios son resinas de baja viscosidad que son capaces de penetrar en esmalte y dentina, polimerizando allí, permitiendo que las resinas compuestas, previo empleo de estos adhesivos, se adhieran en forma eficaz a la estructura dental.

Si se logra una verdadera unión entre material y las estructuras dentarias se satisfacen tres objetivos: <sup>(23)</sup>

- Conservar muchas más estructura sana del diente
- Conseguir una retención óptima
- Evitar microfiltraciones

Componentes que forman un sistema adhesivo en odontología

- Acondicionador: sustancia que desmineraliza superficialmente al esmalte dejando microporosidades y en la dentina, dejando la estructura colágena dentinaria expuesta.
- Primer: sus moléculas son capaces de penetrar infiltrándose por los espacios microscópicos de la malla colágena. Contiene, entre otras, una molécula bifuncional llamada 2 Hidroxi-etil-metacrilato (HEMA) que enlaza compuestos hidrofílicos e hidrofóbicos.
- Adhesivo: compuesto hidrofóbico resinoso generalmente a base de BisGMA o UEDMA que se interdigita en los sitios ocupados por el primer. Su función es conseguir una buena unión a la resina compuesta que también es hidrofóbica y por otro lado conseguir que la capa de adhesivo tenga un grosor suficiente para que nuestra



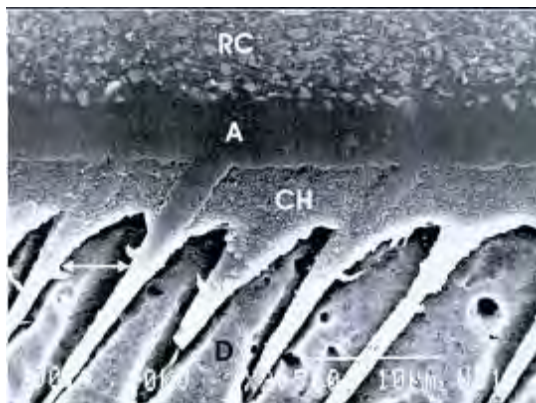
interfase dentina resina soporte el estrés a que se va ver sometida ya que suelen ser más densos que los compuestos hidrofílicos . Estos 3 componentes se combinan de diferentes maneras, para formar en una gran variedad de presentaciones de adhesivos dentarios. <sup>(44)</sup>.

## Unión a tejidos dentarios

En la actualidad, existen dos tipos de técnicas de adhesión a tejidos dentarios de los adhesivos, tenemos la Hibridación dentinaria y la Reacción-Integración.

La Hibridación Dentinaria se caracteriza por la preparación preliminar del tejido dentario con un gel de ácido ortofosfórico al 35-37% con el fin de disolver y remover el barro dentinario, aumentar la superficie del sustrato, desmineralizar la dentina exponiendo el colágeno de la matriz de la dentina intertubular y aumentando el diámetro de los túbulos dentinarios. Posteriormente se retira el ácido mediante lavado con agua, para luego secar la superficie dejando la dentina húmeda y de esta forma evitar el colapso de las fibras colágenas que quedan sin sustento mineral. A continuación se aplica una mezcla de monómeros (primer/adhesivo) disueltas en un solvente orgánico la cual penetra en los espacios existentes entre las fibras colágenas y los túbulos dentinarios, una vez infiltrados son activados para permitir su polimerización y de esta manera formar la denominada capa híbrida que corresponde a una zona de interdifusión de los monómeros adhesivos sobre las estructuras dentarias acondicionadas (Fig. 7). <sup>(45)</sup>

Figura 7. Microfotografía electrónica de barrido de la interfaz dentina-adhesivo- resina compuesta por un sistema adhesión de grabado ácido. CH: capa híbrida. A: adhesivo RC: resina compuesta. Flechas: prolongaciones resinosas principales y laterales que acompaña pared túbulo dentinario



(Nocci, 2008)

La técnica reacción-integración se desarrolló posterior al método enunciado anteriormente, es la base funcional de los sistemas adhesivos autograbantes, los cuales no requieren grabado ácido por separado ya que utilizan una solución de un co-monómero adhesivo ácido que desmineraliza e infiltra simultáneamente el barro dentinario y la hidroxiapatita, generando una zona de integración que incorpora minerales, barro dentinario, matriz dentinaria y adhesivo. En la composición de los adhesivos autograbantes encontramos mezclas acuosas de monómeros funcionales ácidos, generalmente ácido fosfórico o ésteres de ácidos carboxílicos, con un pH mayor que los geles de ácido fosfórico y además agua, la cual participa en la ionización de los restos ácidos. <sup>(46)</sup>. La técnica de hibridación dentinaria posee ventajas como una mayor resistencia adhesiva y mejor sellado marginal, pero a su vez presenta mayor sensibilidad post-operatoria, una técnica operatoria más sensible, mayor número de pasos clínicos y por lo tanto mayor probabilidad de error en la técnica, mientras que la técnica de reacción-integración tiene a su favor la

baja sensibilidad a variaciones en la técnica, menor tiempo clínico, baja o nula sensibilidad post-operatoria y reducido número de acciones clínicas, sin embargo posee una menor resistencia adhesiva en comparación a los sistemas adhesivos convencionales. <sup>(50)</sup>

### Unión a material de restauración

Luego de la aplicación y foto polimerización del adhesivo, la presencia de oxígeno inhibe la polimerización completa del adhesivo en su capa más externa, la cual es llamada capa inhibida, la cual es una capa superficial de la adhesivo no polimerizado, con un espesor alrededor de 10 micrómetros, que contiene grupos metacrilato, las cuales servirán para una adecuada polimerización y consecuente unión con la resina compuesta que será insertada después.

### Clasificación de los adhesivos

Estos sistemas adhesivos se pueden clasificar de diferentes maneras, dentro de las cuales las principales son: <sup>(46)</sup>

#### a) Según el tipo de acondicionamiento

- Adhesivos que requieren grabado y acondicionamiento previo, sin conservar barro dentinario.
- Adhesivos que graban y acondicionan la superficie dentaria al mismo tiempo que penetra el monómero adhesivo (Autograbantes), conservando barro dentinario.

b) Según número de tiempos operatorios

- Adhesivos de tres etapas: En los cuales las etapas de grabado, imprimación y de adhesión se encuentran separadas.
- Adhesivos en dos etapas con grabado ácido previo: Donde el agente imprimante y el adhesivo se aplican juntos.
- Adhesivos en dos etapas con autograbado: En estos, en una primera etapa un agente imprimante ácido produce el acondicionamiento y en la segunda etapa, se aplica el adhesivo.
- Adhesivos con un solo paso de autograbado: donde el agente imprimante y el acondicionador se aplica al mismo tiempo que el adhesivo.

c) Según el grado de acidez del sistema que graba la superficie

- Adhesivos autograbantes ultra suaves: Tienen un pH mayor a 2 y tienen una nano-interacción con el barro dentinario.
- Adhesivos autograbantes suaves: Son aquellos con un pH cercano a 2. Se especula que son los que poseen una menor capacidad de integración en conjuntos con los ultras suaves.
- Adhesivos autograbantes moderados: Con un pH entre 1 y 2, aún lejano del ácido fosfórico pero que son levemente más ácidos que los adhesivos suaves.
- Adhesivos autograbantes fuertes: Son los adhesivos de última generación con pH inferior a 1 y por lo mismo más cercano al del ácido fosfórico que posee un pH de 0.6 aproximadamente.

## 8. Adhesivos universales

Considerando la variedad de estrategias adhesivas existentes, los fabricantes han elaborado sistemas adhesivos más versátiles que incluyen las técnicas de grabado total, grabado selectivo y autograbado (uno o dos pasos), estos nuevos adhesivos son llamados “universales”, “multi propósito” o “multi modo”, ya que apuntan a adaptarse a cualquier situación clínica que pueda presentarse, además de ofrecer unión a dentina, esmalte, porcelana, metal, composite o circonio. <sup>(47)</sup> <sup>(43)</sup>

Dentro de estos nuevos adhesivos universales podemos encontrar el sistema Single Bond Universal® (3M/ESPE®, Alemania), el cual dice tener una serie de ventajas, como por ejemplo:

- Técnica de aplicación sencilla en un solo paso.
- Adhesión a superficies de esmalte, dentina y diversos tipos de materiales restauradores.
- Posibilidad de utilizarlo con la técnica de grabado ácido total, grabado ácido selectivo y como autograbante, con buenos valores de adhesión y sellado marginal.
- Reducción marcada de la sensibilidad postoperatoria.

Este nuevo adhesivo universal nace de la integración y el perfeccionamiento de versiones comerciales anteriores, y la diferencia fundamental, según el fabricante, es la incorporación del monómero MDP y de silano. <sup>(48)</sup> Se señala que el monómero MDP optimiza la capacidad autograbante del adhesivo, además de proporcionar unión química con el óxido de circonio, alúmina y otros metales, sin la necesidad de un agente imprimante adicional. Este monómero con actividad acondicionante actúa por disociación del grupo fosfato

dihidrogenado, el que se puede disociar en agua para formar 2 protones libres, y además el largo de su cadena carbonilo hace a este monómero hidrofóbico.<sup>(49)</sup> Por su parte, la incorporación de silano permite establecer una unión entre el adhesivo y la superficie cristalina de cerámicas, sin necesidad de usar un primer cerámico adicional. <sup>(48)</sup>

## **9. Termociclado**

El termociclado es un método de fatiga térmica, comúnmente utilizado en ensayos, para evaluar durabilidad de la unión diente – restauración, simulando los cambios térmicos que se producen en la cavidad bucal causada por comer, beber y respirar. Este tipo de método provoca repetidas contracciones y expansiones en la interfase diente-material resultante del alto coeficiente térmico de los composites. Esto puede resultar en la formación de grietas a lo largo del interfaz y formación de vacíos, permitiendo el paso de fluidos dentro de la interface. Por lo tanto, pueden encontrarse fallas adhesivas entre la resina de unión y dentina después del termociclado, mostrando que este método tiene una influencia sobrevaluado vinculado a la resistencia.

Los regímenes de termociclado utilizados en estudios reportados difieren con respecto para el número de ciclos, la temperatura, y tiempo de permanencia (inmersión de especímenes en los líquidos fríos y calientes). El número de ciclos oscila entre 100 hasta 50,000. El número de ciclos normalmente se establece de forma arbitraria, que hace que sea difícil comparar resultados publicados. Es estimado que aproximadamente 10.000 ciclos térmicos corresponden a 1 año de clínica. Esta estimación es basado en la hipótesis de que tales ciclos se pueden producir de 20 a 50 veces al día, que hace que los 500 ciclos propuestos por la norma ISO (ISO TR 11450) es insuficiente para simular a largo plazo la durabilidad del sistema adhesivos. Muchos informes que utilizan el protocolo ISO concluyeron que el termociclado no afecto la

resistencia de la unión y microfiltración de sistemas adhesivos. <sup>(9)</sup> Muchos son los avances en los últimos años en materiales de restauración y adhesivos dentinarios, y al poco tiempo que llevan las resinas Bulk Fill en el mercado, aún no existe suficiente evidencia científica que avale su comportamiento. Por esta razón este estudio busca comparar el grado de microfiltración generado en preparaciones cavitarias oclusales, de estas nuevas resinas de aplicación en monobloque con un adhesivo universal utilizado con técnica lavado grabado y autograbado , con el fin de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en el grado de sellado marginal obtenido con ambos procedimientos.

## **HIPÓTESIS NULA**

No existe diferencia en el grado de microfiltración marginal en restauraciones con dos resinas compuestas Bulk Fill y adhesivo universal entre la modalidad grabado-lavado y autograbado.



## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el grado de microfiltración marginal de restauraciones realizadas con dos diferentes resinas compuestas Bulk Fill y adhesivo universal entre la modalidad lavado- grabado y autograbado.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Cuantificar el grado de microfiltración marginal de restauraciones Filtek Bulk Fill - Tetric N-Ceram Bulk Fill y adhesivo universal modalidad grabado-lavado
2. Cuantificar el grado de microfiltración marginal de restauraciones Filtek Bulk Fill - Tetric N-Ceram Bulk Fill y adhesivo universal modalidad autograbado
3. Comparar el grado de microfiltración marginal de Filtek Bulk Fill - Tetric N-Ceram Bulk Fill y adhesivo universal en modalidad grabado-lavado.
4. Comparar el grado de microfiltración marginal de Filtek Bulk Fill - Tetric N-Ceram Bulk Fill y adhesivo universal modalidad autograbado.

## **MATERIALES Y METODOS**

Para este estudio experimental se utilizaron 40 terceros molares sanos, sin caries ni restauraciones, extraídos por indicación de ortodoncia, en la clínica de la asignatura de Introducción a la Cirugía Maxilofacial de 5° año de Odontología en la Universidad Andrés Bello, sede Santiago (Adjunto 1).

Criterios de inclusión: terceros molares superior o inferior sanos que poseen una estructura coronaria completa, sin restauraciones, ni caries extensas. Dientes de pacientes sanos entre 18 -35 años.

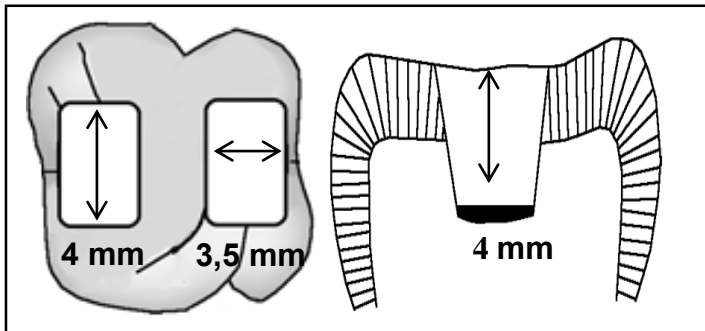
Criterios de exclusión: todos aquellos terceros molares que presenten caries de extensión suficiente para comprometer la anatomía de las piezas dentarias, fracturas coronarias y anomalías de forma, trauma oclusal y restauraciones de cualquier tipo.

Este estudio se realizó en la facultad de Odontología de la Universidad Andrés Bello, sede Santiago (Adjunto 2). Se utilizaron 40 terceros molares sin caries de pacientes donantes a los cuales se les realizó el proceso de consentimiento informado (Adjunto 3). Los dientes fueron limpiados para retirar restos de tejido blando, con una cureta periodontal N° 3-4 (Hu- Friedy, EE.UU.) y escobilla dura con agua , para luego ser mantenidos en un frasco de vidrio con tapa con suero fisiológico al 0,9% durante un mes.

En cada diente, se realizaron dos preparaciones cavitarias iguales en la cara oclusal con las siguientes medidas estándares (Fig. 8):

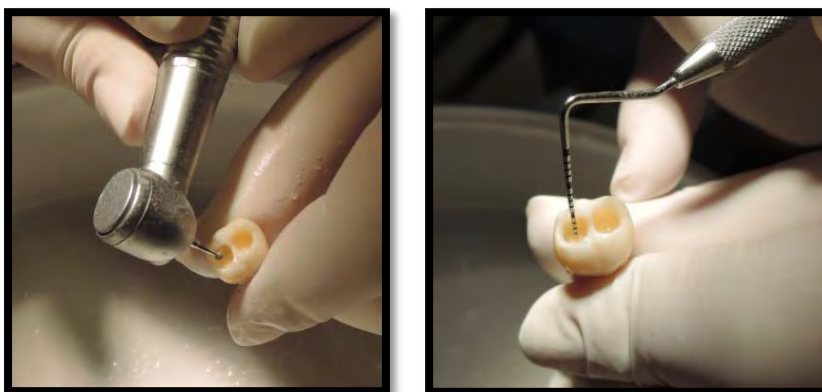
- Dirección apico-coronal 4 mm, en sentido mesio-distal 3,5 mm. y dirección vestibulo- platino/lingual 4 mm.
- Terminación en esmalte

Figura 8. Medidas estándares para cavidades oclusales



Para las preparaciones cavitarias se utilizó turbina Midwest Push (Kavo, Brasil) con agua como refrigerante y una piedra de diamante redonda ISO 014 (KG Sorensen, Brasil), cambiando la fresa cada 7 preparaciones. Para la medición de las cavidades se utilizó una sonda periodontal Carolina del Norte milimetrada (Hu-Friedy, EE.UU.) y todas las preparaciones fueron realizadas por un mismo operador.(Fig. 9)

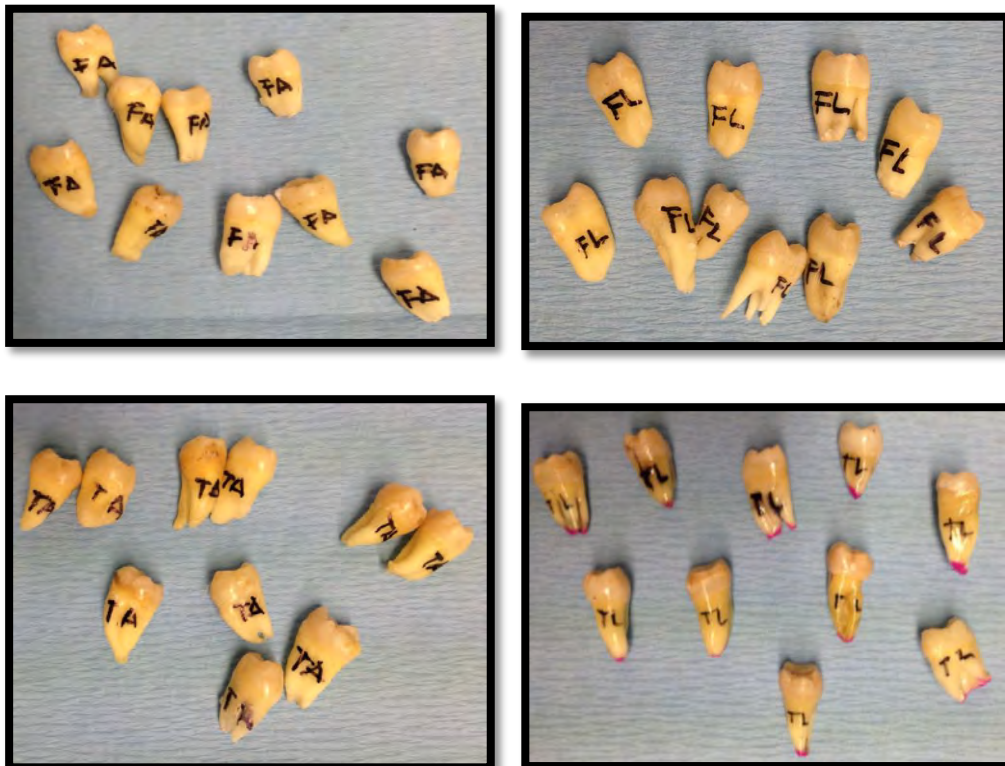
Figura 9.. Diente con cavidades realizadas



Los dientes fueron distribuidos y restaurados de manera aleatoria en 4 grupos de 10 molares cada uno. Y se rotularon en los siguientes grupos: (Fig. 10)

- Grupo FA: Filtek Bulk Fill (3M/ESPE, EE.UU.) + técnica adhesiva Autograbado con Adhesivo Universal Single Bond (3M/ ESPE, Alemania)
- Grupo FL: Filtek Bulk Fill (3M/ ESPE, EE.UU.) + técnica adhesiva Grabado-Lavado con Adhesivo Universal Single Bond (3M/ ESPE, Alemania)
- Grupo TA: Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar- Vivadent, Liechtenstein) + técnica adhesiva Autograbado con Adhesivo Universal Single Bond (3M/ ESPE, Alemania).
- Grupo TL: Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar- Vivadent, Liechtenstein) + técnica adhesiva Grabado-Lavado con Adhesivo Universal Single Bond (3M/ESPE, Alemania)

Figura 10. Dientes subdivididos



El grupo FL y TL utilizó el sistema adhesivo Single Bond Universal con técnica de grabado y lavado, según las indicaciones del fabricante. (Tabla 1) (Fig 11)

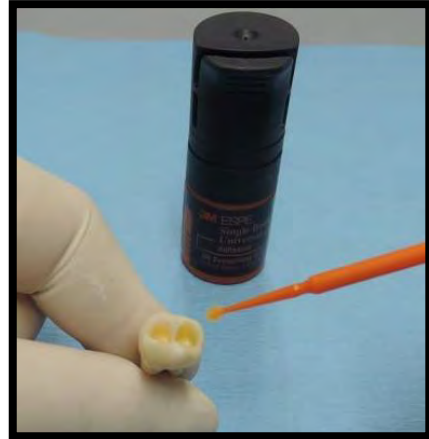
El grupo FA y TA, utilizó el sistema adhesivo Single Bond Universal con técnica autograbante, según las indicaciones del fabricante. (Tabla 1) (Fig. 12)

Tabla 1. Indicaciones de uso del adhesivo universal. (Single Bond Universal, 3M/ESPE)

Producto	Indicaciones	
<b>Adhesivo Single Bond Universal (3M, ESPE)</b>	<b>Sistema grabado – lavado</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar grabado ácido con ácido ortofosfórico al 37% por 15 segundos en dentina y 20 segundos en esmalte.</li> <li>- Lavar por 40 segundos</li> <li>- Secar, sin resecar dentina.</li> <li>- Aplicar adhesivo con microbrush de forma activa en dentina y pasiva en esmalte por 20 segundos</li> <li>- Aire suave por 5 segundos a 2 cm de distancia.</li> <li>- Fotopolimerizar por 10 segundos a 1200</li> </ul>	<b>Sistema autograbado</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar una capa de adhesivo de forma activa con microbrush sobre la dentina y el esmalte por 20 segundos.</li> <li>- Aire suave por 5 segundos a una distancia de 2 cm.</li> <li>- Fotopolimerizar por 10 segundos a 1200 mW/cm<sup>2</sup> a 1 mm de distancia.</li> </ul>

mW/cm<sup>2</sup> a 1 mm de distancia.

Figura 11. Secuencia aplicación de adhesivo universal (Single Bond Universal, 3M/ ESPE) con técnica adhesiva de grabado - lavado



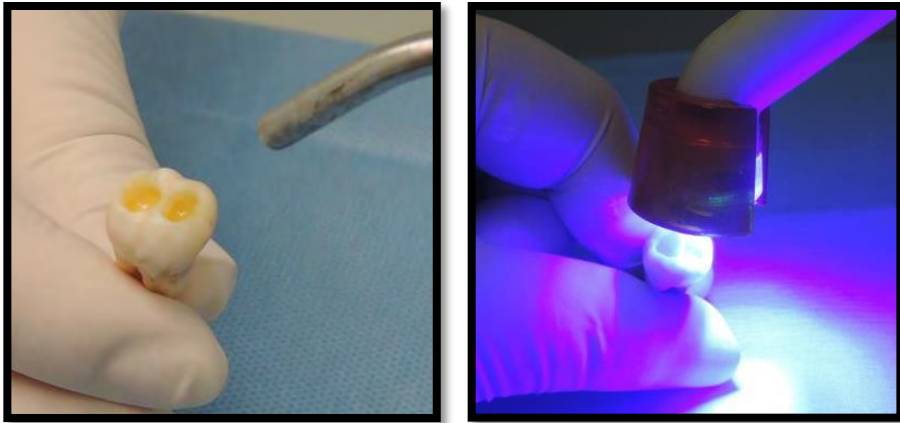
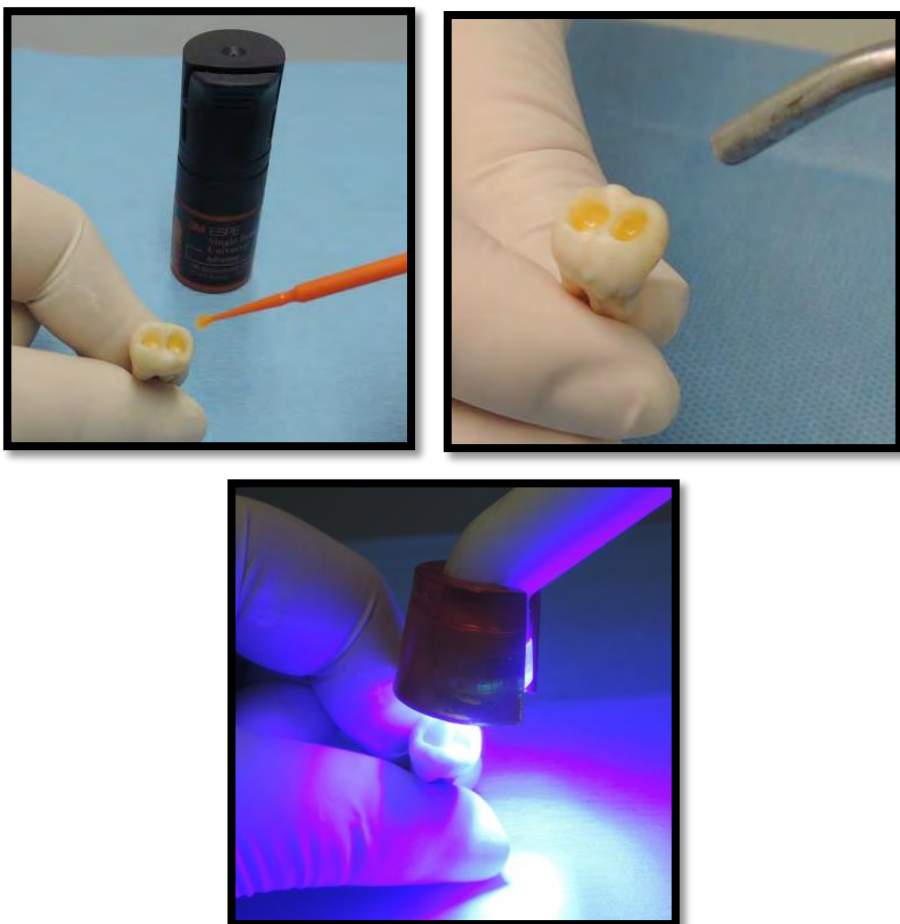


Figura 12. Secuencia de aplicación de adhesivo universal (Single Bond Universal, 3M/ ESPE) con técnica adhesiva de autograbado



A continuación de la aplicación del adhesivo, los grupos FG y FA recibieron en sus preparaciones cavitarias una restauración con un incremento de 4 mm, con resina compuesta Filtek Bulk Fill condensable (3M/ESPE, EE.UU.) (Fig. 13)

Los Grupos TG y TA recibieron en sus preparaciones cavitarias una restauración con un incremento de 4 mm con resina compuesta Tetric N- ceram Bulk Fill (Ivoclar- Vivadent, Liechtenstein). (Fig. 13)

Para realizar las restauraciones se utilizó una espátula para composite N°1 (Hu-Friedy, EE.UU.). Los incrementos fueron fotopolimerizados durante 20 seg. usando lámpara de luz LED de 1.200 mW / cm<sup>2</sup> (Bluephase LED, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) según indicaciones del fabricante (Tabla 2 ). La terminación se realizó con fresas de acabado de resina compuesta de grano fino (KG Sorensen, Brasil) y con gomas de pulir (Enhance, Denstplay, EE.UU.). (Fig. 14)

Tabla 2. Indicaciones de uso de resinas Bulk Fill

Producto	Indicaciones
<b>Filtek Bulk Fill (3M/ESPE)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En cavidades clase I , se utiliza un solo incremento hasta 4 mm, y luego fotopolimerizando 40 segundos utilizando luz halógena ( entre 550 – 100 mW/cm<sup>2</sup>) o 20 segundos con luz LED (entre 1000 – 2000 mW/cm<sup>2</sup>)</li> <li>• En cavidades clase II, se utiliza un solo incremento hasta 5 mm, y luego fotopolimerizando</li> </ul>

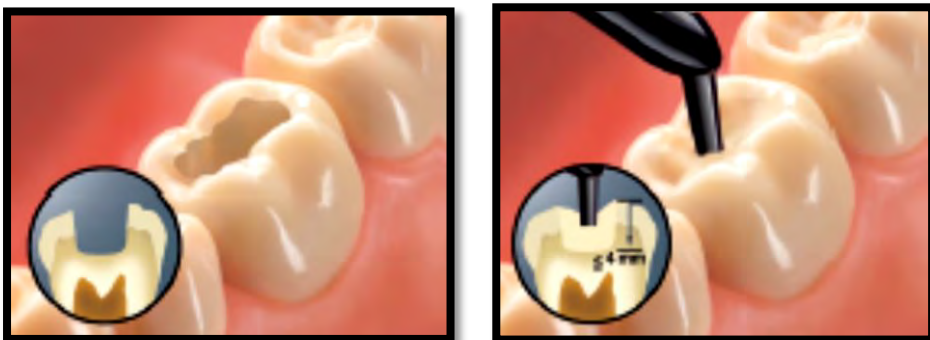


20 segundos por oclusal, 20 segundos por vestibular y 20 segundos por lingual (luz halogena) y 10 segundos por cara con luz LED

**Tetric N - Ceram Bulk Fill ( Ivoclar- Vivadent)**

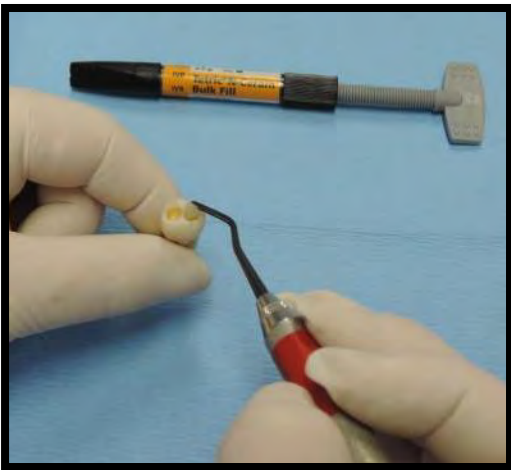
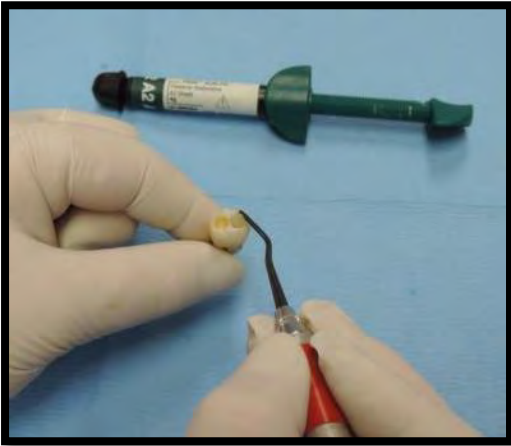
- Colocar incrementos hasta 4 mm. y luego fotopolimerizar 20 segundos (550-1000 mW/cm<sup>2</sup>) o 10 segundos (1000-2000 mW/cm<sup>2</sup>). En el caso de restauración proximales fotopolimerizar una vez más desde vestibular o palatino/lingual.

Figura 13. Técnica monoincremental



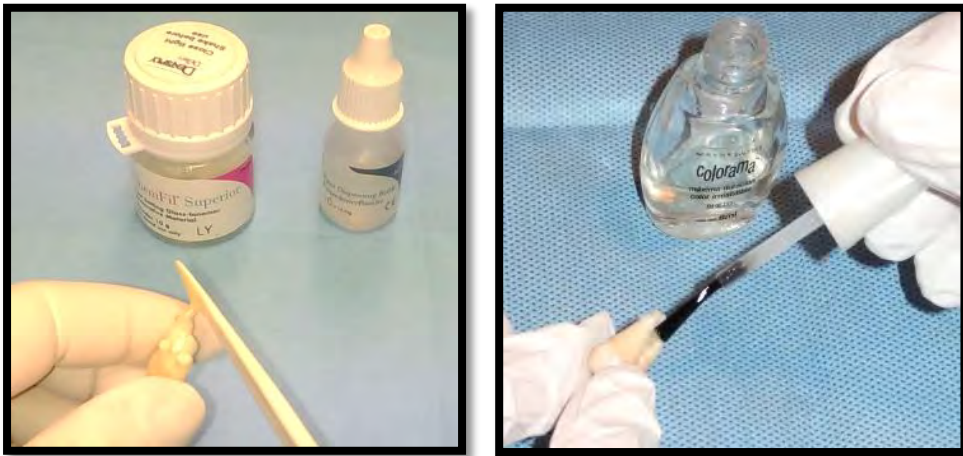
(Manual de instrucciones de uso 3M/ ESPE)

Figura 14. Secuencia aplicación de resina compuesta Bulk Fill



Luego de realizadas las restauraciones, las piezas dentarias fueron selladas a nivel de ápice, con una capa de vidrio ionómero (Chemfil, Denstplay, EE.UU.), luego se aplicó doble capa de esmalte de uñas cosmético transparente a todo el diente dejando un margen de 2 mm. desde el borde de las restauraciones, permitiendo un sellado hermético e interfiriendo con el paso posterior de la tinción por esta vía. (Fig. 15)

Figura 15. Sellado de ápice y de raíz



Después las piezas dentarias fueron conservadas en frascos de plástico en agua destilada, por un tiempo de 24 horas a temperatura de 37°C en una incubadora (N-Biotek modelo NB-203XL) (Fig. 16) para imitar las condiciones orales. <sup>(9)</sup>

Figura 16. Incubadora N-Biotek modelo NB-203XL a 37 ° C



Las piezas dentarias se sometieron a envejecimiento artificial, mediante termociclado, correspondiente a 500 ciclos entre 5°C y 55°C; esto se realizó de forma manual por dos operadores, sumergiendo las piezas dentarias en una malla plástica al interior de 2 recipientes plásticos con diferentes temperaturas, regulados con termómetro digital (rango -50° C a 300° C). A cada diente se le realizó un baño en agua a 5 °C ± 2°C durante 30 segundos y luego a un baño de agua a 55 °C ± 2°C por 30 segundos <sup>(10)</sup>. (Fig 17)

Figura 17. Dientes en proceso de temociclado a 55° C y 5°C



Luego se colocaron las piezas dentarias en un recipiente con agua destilada con tinción de azul de metileno al 2% durante 12 horas a temperatura ambiente <sup>(1)</sup> (Fig 18).

Figura 18. Piezas dentarias en tinción de azul de metileno al 2%



Al término del tiempo se lavaron las piezas dentarias con agua de la llave y fueron secadas con papel absorbente. (Fig 19)

Figura 19. Grupos de dientes, posterior a tinción con azul de metileno al 2%



Para su posterior recorte de las muestras, se realizaron cubos de acrílico de auto curable (Marche, Chile) de un grosor de 5 mm. en las raíces de cada uno de los dientes, para facilitar el corte del diente en la máquina recortadora . Luego, se conservaron las muestras en un envase de plástico hermético con agua destilado, hasta el momento de su corte.

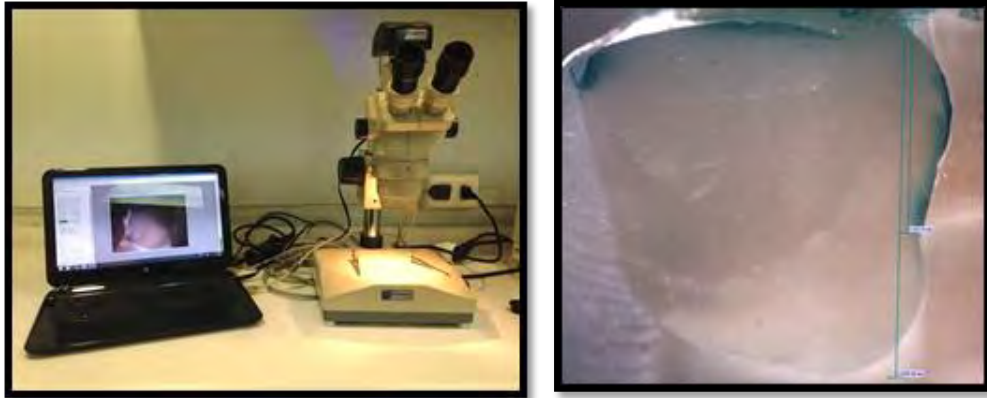
Las muestras se seccionaron longitudinalmente en el eje axial de las restauraciones de resina compuesta en dirección mesio- distal y luego en sentido horizontal a nivel de raíz, utilizando un micrótopo a baja velocidad con refrigeración con agua (Isomet 5000, Buehler).(Fig. 20)

Figura 20. Máquina recortadora Isomet 5000, Buehle, Sección de dientes en plano coronal y horizontal.



Para todos los cortes, se observó la interfaz de cada restauración, bajo 4x en lupa estereoscópica (Modelo Opti-vision serie SZ-6745). Las imágenes se guardaron y analizaron utilizando el software de análisis de imágenes (Micrometrics SE Premium) para evaluar el porcentaje de penetración del colorante respecto a la longitud total de la interfaz de restauración (0- 100%) desde oclusal hacia apical. (Fig. 21)

Figura 21. Lupa estereoscópica (modelo opti-vision serie SZ-6745) e imagen de corte de restauración con microfiltración bajo aumento x40



Luego se registraron las mediciones en una tabla de datos, para realizar los análisis estadísticos mediante el programa SPSS 15.0 (IBM Corp, IL, USA). Para el análisis de datos se utilizó el test de Shapiro-Wilk, y los test de Kruskal Wallis y Mann Whitney, con un nivel de significancia del 95%.



## RESULTADOS

De un total de 40 muestras quedaron finalmente 30 para ser analizados, perdiéndose 10 muestras por efecto del corte de muestras. De las 30 muestras se determinó el porcentaje de microfiltración de la interfase de la restauración, se tabularon los datos y se realizó el análisis estadístico correspondiente.

Tabla 3. Estadística descriptiva de la microfiltración marginal expresada en porcentaje de cada grupo de estudio.

<b>Grupos</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desviación estándar (DS)</b>
<b>FA</b>	41.81	35.45	32.55
<b>FL</b>	32.43	28.04	28.50
<b>TA</b>	13.81	13.88	15.66
<b>TL</b>	13.47	9.17	12.95

En la tabla 1 se muestra el promedio, mediana y desviación estándar para cada grupo. Podemos destacar la media de los grupos FA (41.8%) y FL (32,4%), que expresaron mayores porcentajes de microfiltración, mientras tanto TA (15,6%) y TL (12,9%) presentaron valores menores (Grafico 1). Las medianas de FA (35.5%) y FL (28.04%), también presentaron mayores porcentajes de microfiltración comparado con TA (13.88%) y TL (9,17%). Por lo que los resultados mostraron que en los grupos de resina Filtek BF es mayor la microfiltración marginal comparado con los grupos con resina Tetric N- Ceram BF.

Gráfico 1. Distribución de media de porcentaje de microfiltración de preparaciones biológicas restauradas con los 4 grupos de estudio

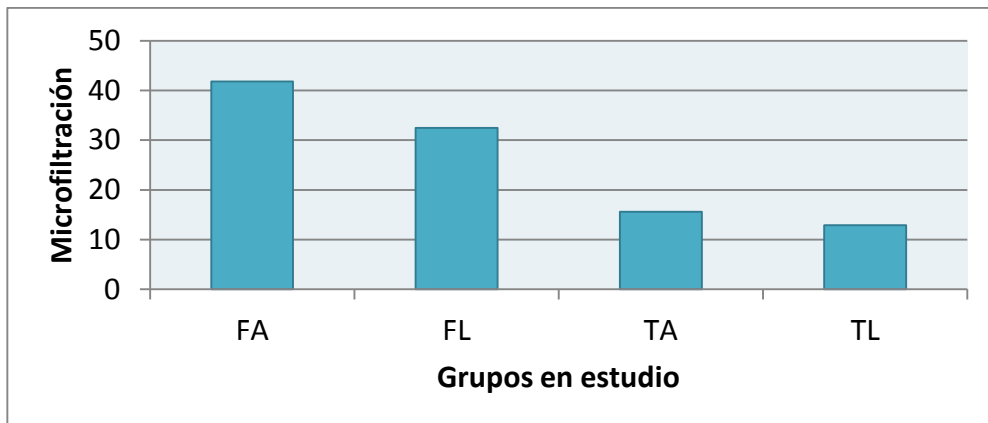
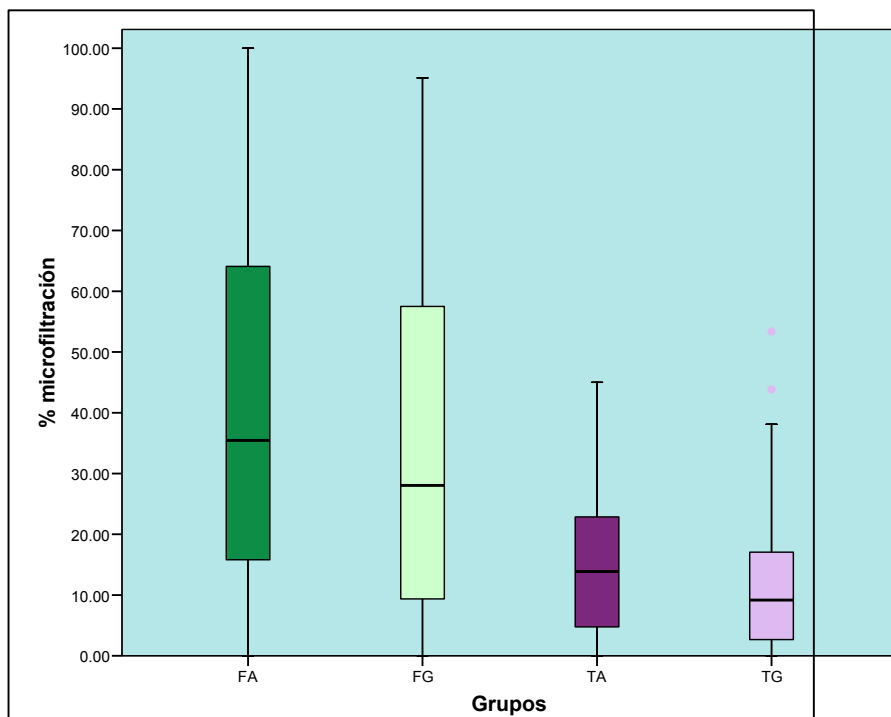


Gráfico 2. Gráfico de cajas del porcentaje de microfiltración marginal de preparaciones biológicas restauradas con los 4 grupos en estudio.



El grafico 2 muestra el comportamiento de la media, mediana y desviación estándar para los grupos FA-FG-TA-TL, se pueden apreciar diferencias significativas observando una mayor desviación estándar en grupo FA (32.5 %) y una menor en el grupo TL (12.95%).

Para medir la normalidad de los grupos se utilizó el test de Shapiro Wilk, obteniendo como resultado una distribución anormal ( $p > 0.05$ ) en los distintos grupos.

Para evaluar las normalidades entre distintos grupos, se utilizó el test de comparación múltiple Kruskal Wallis en cual se comparan muestras independientes de más de dos grupos. El resultado obtenido mostró anormalidad entre grupos ( $P < 0,05$ ).

Para medir entre diferentes variables se aplicó el test no paramétrico de Mann Whitney (Tabla 4) que se utiliza para dos variables independientes, analizando las diferencias significativas entre cada grupo. Según los resultados de la Tabla 4, en los grupos FA-FG y TA-TG ( $p > 0,05$ ) no hubo diferencia estadísticamente significativa entre ellos. Por lo que estos grupos no mostraron diferencia entre diferentes técnicas de adhesión; autograbado y grabado-lavado.

Tabla 4. Resultado del test Mann-Whitney entre cada grupo.

<b>Grupos</b>	<b>Significancia</b>
FA-FG	0,214
FA-TA	0,001*
FA-TG	0,000*
FG-TA	0,039*
FG-TG	0,006*
TA-TG	0,413

\*P<0,05

## DISCUSIÓN

En este estudio se evaluó la microfiltración entre dos resinas BulkFill, con diferente modalidad de grabado, utilizando adhesivo universal. Según los resultados nosotros rechazamos parcialmente la hipótesis nula, porque la comparación de una misma resina con diferente modalidad de grabado no mostró diferencia significativa en la microfiltración, sin embargo entre la comparación de las dos resinas Bulk Fill si hubo diferencias significativas teniendo la resina Bulk Fill Tetric un menor porcentaje de microfiltración que Filtek BulkFill.

Estas diferencias entre las BK se condicen parcialmente por un estudio en donde se concluye que no todas los tipos de resinas BF pueden comportarse de una manera similar cuando se utiliza para restaurar cavidades estandarizadas<sup>(12)</sup>. De igual manera otro estudio realizado por Roggendorf con similares condiciones publicó que la resina Tetric N- Ceram BF mostró buen rendimiento comparada con otras resinas BulkFill. <sup>(13)</sup>. Y otros estudios con resinas Filtek BF mostraron altos porcentajes de márgenes infiltrados en cavidades clase II. <sup>(8)</sup>.

Este estudio fue realizado en preparaciones oclusales en donde básicamente su configuración cavitaria es crítica en cuanto a su relación con el factor de contracción, de manera que fue sometida a una condición extrema desde el punto de vista de adhesión, por la aplicación en un solo incremento.

Hasta ahora existen varios estudios, que privilegian el uso de técnica incremental sobre monoincremental, debido a la latente contracción por estrés de polimerización que presenta toda resina compuesta. Por otra parte algunos autores concluyen que los materiales Bulk Fill, el factor C y las técnicas de

inserción (granel versus incremental) no serían influencias significativas en cuanto a la microfiltración marginal; sino más bien , el tipo de cavidad de preparación (Clase I vs Clase II) y la superficie de unión (esmalte vs dentinamiento).<sup>(14)(15)</sup>.

Probablemente en este estudio, la diferencia entre resinas Tetric N- Ceram BF y Filtek BF, sea que esta última, tenga un mayor índice de contracción debido al estrés por polimerización y en consecuencia esto provocó una mayor microfiltración marginal que su competencia. Igualmente esta afirmación debe ser confirmada con otros estudios, y en otras condiciones.

Este estudio in vitro, además compara las dos resinas BulkFill con diferentes técnicas adhesivas. Según nuestros resultados, no mostraron diferencias significativas el grabado total con el autograbado al utilizar la misma resina BulkFill. Algunos estudios anteriores han comparado el uso de Bulk Fill con técnicas grabado-lavado y autograbado y han llegado a conclusiones concordantes con nuestros resultados, sin embargo estudios realizados por Heintze aun dan prioridad a realizar una técnica de grabado total o selectivo para una mayor adhesión; porque los sistemas adhesivos de grabado-lavado condicionan el esmalte con ácido fosfórico al 37% creando un patrón micro-retentivo para que el adhesivo pueda adherirse bien. En contraste, en los sistemas adhesivos de auto-grabado, la adhesión es sobre la base de desmineralización ácida suave, creando enlaces químico débiles con la hidroxiapatita.<sup>(8)</sup> Finalmente es necesario profundizar la investigación tanto in vitro y posteriormente clínicamente sobre cual modalidad de grabado permite una mejor adhesión en este tipo de materiales debido a la existente controversia.

Este estudio utilizó un mismo adhesivo universal para realizar las dos técnicas adhesivas y así estandarizar el sistema adhesivo. Es interesante destacar que el adhesivo universal utilizado de la misma marca de la resina BF tuvo una

mayor microfiltración marginal que la resina BK de diferente marca comercial. Según los fabricantes no hacen diferencias entre usar un adhesivo de marca determinada con otras resinas de diferente marca, ya que sus componentes esenciales no cambian y lo que se podría relatar con respecto a este estudio es que probablemente la diferencia encontrada entre ellas es más por el material restaurador que por el adhesivo o la modalidad de grabado ácido.

Durante el estudio se realizó un envejecimiento artificial, y las muestras se almacenaron en suero fisiológico por 24 horas en una estufa a 37 ° grados. Según estudios, el almacenamiento de agua es la metodología in vitro más utilizado para simular la degradación de un adhesivo interactuar con el tiempo, y, además, el almacenamiento en suero fisiológico puede entregar información acerca de la degradación de la parte orgánica de la capa híbrida. <sup>(9)</sup>. Asimismo se llevó a cabo un envejecimiento termo mecánico mediante termociclado a 500 ciclos, debido a que la norma ISO TR 11450 (1994) indica que la prueba de termociclado que comprende 500 ciclos en agua a 5° y 55°C puede ser utilizada como una prueba de envejecimiento acelerado. Aunque hay estudios que concluyen que este número de ciclos es probablemente demasiado bajo para lograr un efecto de envejecimiento realista. <sup>(10)</sup>.

Sin embargo a pesar de esta metodología, este estudio tiene las limitaciones como cualquier investigación in vitro por lo que sería recomendable evaluar estos materiales in vivo o clínicamente, para determinar el real comportamiento en la cavidad oral. Otra limitación de este estudio es que solo se realizó la evaluación de la microfiltración de manera microscópica, pero que sería necesario evaluar otros aspectos como la verdadera contracción de polimerización y el análisis de la adhesión y capa híbrida mediante microscopia electrónica de alta resolución.

## **CONCLUSIONES**

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, y bajo las condiciones en que fue realizado, es posible concluir que:

- Las distintas marcas de resinas BF presentan igual grado de microfiltración en modalidad de grabado-lavado y autograbado.
- Resinas Tetric N- Ceram BF tiene mejor comportamiento marginal en cavidades clase I y profundidad de 4 mm que la resina Filtek BF.



## **SUGERENCIAS**

- Se sugiere evaluar estos materiales BF in vivo y clínicamente, para determinar el real comportamiento en la cavidad oral.
- Se sugiere evaluar tanto in vitro y clínicamente sobre cual modalidad de grabado permite una mejor adhesión en este tipo de materiales BF debido a la existente controversia.
- Se sugiere evaluar otros aspectos como la verdadera contracción de polimerización y el análisis de la adhesión y capa híbrida mediante microscopia electrónica de alta resolución.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Opdam NJ, van de Sande FH, Bronkhorst E, Cenci MS, Bottenberg P, Pallesen U, et al. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*. 2014 Oct;93(10):943-9.
- (2) Biazuz J ZP, Rodrigues-Junior SA. Water sorption, solubility and surface roughness of resin surface sealants. *Braz J Oral Sci*. 2015; 14: 36-40.
- (3) Spencer P, Ye Q, Misra A, et al. Proteins, pathogens, and failure at the composite-tooth interface. *J Dent Res*. 2014; 93: 1243-9.
- (4) Bourbia M, Ma D, Cvitkovitch DG, et al. Cariogenic bacteria degrade dental resin composites and adhesives. *J Dent Res*. 2013; 92: 989-94.
- (5) Tauböck TT; Feilzer AJ; Buchalla W; Kleverlaan CJ; Krejci I; Attin T, Effect of modulated photo-activation on polymerization shrinkage behavior of dental restorative resin composites. *European Journal Of Oral Sciences [Eur J Oral Sci]*, ISSN: 1600-0722, 2014 Aug; Vol. 122 (4), pp. 293-302;
- (6) Marchesi G, Breschi L., Antonioli F, Di Lenarda R, Ferracane J, Cardenaro M, contraction stress of low- shrinkage composite material assessed with different testing systems. *Dental Materials* (2010), 26 947-953.
- (7) Uehara N, Ruiz AJ, Velasco J, Ceja I, Espinosa R. Adaptación marginal de las resinas bulk-fill. *Rodyb*. 2013; 3(2): 1-20.
- (8) Heintze S, Monreal D, Peschke A.; Marginal Quality of Class II Composite Restorations Placed in Bulk Compared to an Incremental Technique: Evaluation with SEM and Stereomicroscope. *J Adhes Dent* 2015 Apr;17(2):147-54
- (9) Amaral FL, Colucci V, Palma-Dibb RG, Corona SA. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *J Esthet Restor Dent*. 2007;19(6):340-53; discussion 354.
- (10) Yuasa, Toshihiro. Iijima, Masahiro. Ito, Shuichi. Muguruma, Takeshi. Saito, Takashi. Mizoguchi, Itaru. Effects of long-term storage and thermocycling

on bond strength of two self-etching primer adhesive systems. *The European Journal of Orthodontics*. 2010, 285- 290.10.1093/ejo/cjp11832

(11) Scotti N, Comba A, Gambino A, et al. Microleakage at enamel and dentin margins with a Bulk Fills flowable resin. *European Journal of Dentistry*. 2014;8(1):1-8. doi:10.4103/1305-7456.126230.

(12) Tomaszewska, Iwona M. et al. Bulk Fill restoratives: To cap or not to cap – That is the question? *Journal of Dentistry* ,2015, Volume 43 , Issue 3 , 309 – 316

(13) Roggendorf, Matthias J. et al. Marginal quality of flowable 4-mm base vs. conventionally layered resin composite. *Journal of Dentistry* , 2015,Volume 39 , Issue 10 , 643 – 647

(14) Ian Furness, Marko Yousef Tadros, Stephen W. Looney, Frederick A. Rueggeberg, Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites, *Journal of Dentistry*,2015, Volume 42, Issue 4, April 2014, Pages 439-449.

(15) J Kalmowicz, JG Phebus, BM Owens, WW Johnson, and GT King; Microleakage of Class I and II Composite Resin Restorations Using a Sonic-Resin Placement System. *Operative Dentistry In-Press*. 2015.

(16) Barranco Mooney. *Operatoria Dental*. 4 edición, Editorial Panamericana. 2006; manipulación y comportamiento de los composites, cap. 38.

(17) Kidd E. Diagnosis of secondary caries. *J Dent Educ* 2001; 65:997-1000.

(18) Mjör I.A. Clinical diagnosis of recurrent caries. *JADA* 2005; 136:1426-1433

(19) Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. Microleakage of various cementing agents for full cast. *Dent Mater*. 2005 May;21(5):445-53.

(20) Ben Amar A, Cardash HS. The fluid-filled gap under amalgam and resin composite restorations. *Am J Dent* 2001; 4:226-230.

(21) Splieth CS, Bernhardt O, Heinrich A, Bernhardt H, Meyer G. Anaerobic microflora under class I and class II composite and amalgam restorations. *Quintessence Int* 2003; 34:497-503.

- (22) Fontana M, González-Cabezas C, Haider A, Stookey GK. Inhibition of secondary caries lesion progression using fluoride varnish. *Caries Res* 2002; 36:129-135.
- 23) Craig RG, O'Brien WJ, Powers JM. *Materiales Dentales, Propiedades y Manipulación*. Editorial Mosby; 2004. Capítulos I- IV.
- (24) Anusavice K, Shen C, Rawls H Phillips' *Science of Dental Materials*. 12<sup>o</sup> Edition. Elsevier Saunders, 2013. pp.257-306.
- (25) Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A. Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* .(2010). 120(11):972-86.
- (26) Macchi R. *Materiales Dentales*, 3<sup>a</sup> edición. Editorial Médica Panamericana. 2000. Composite.
- (27) Albers HF. Resin Polymerization. In: Albers HF ed. *Tooth-colored restoratives. Principles and techniques*. London: BC Decker In 9<sup>a</sup>Ed.2002.p.81-110.
- (28) Anusavice K. Philips "Ciencia de los Materiales Dentales", 11a edición. (2004). Editorial Elsevier.
- (29) Toledano Pérez M, Osorio Ruiz R, Sánchez Aguilera F, Osorio Ruiz E. *Arte y Ciencia de los Materiales Odontológicos*. Ediciones Avances Médico-Dentales. (2003)
- (30) Mirosław Orłowski, Bożena Tarczydło, and Renata Chałas, "Evaluation of Marginal Integrity of Four Bulk-Fill Dental Composite Materials: In Vitro Study," *The Scientific World Journal*, vol. 2015, Article ID 701262, 8 pages, 2015. doi:10.1155/2015/701262
- (31) Lazarchik DA, Hammond BD, Sikes CL, Looney SW, Rueggeberg FA. Hardness comparison of bulk-filled/transooth and incremental-filled/occlusally irradiated composite resins. *J Prosthet Dent*. Aug. (2007); 98(2):129-40.
- (32) Stavridakis MM, Kakaboura AI, Ardu S, Krejci I. Marginal and internal adaptation of bulk-filled Class I and Cuspal coverage direct resin composite restorations. *Oper Dent*. Sep-Oct 2007. 32(5):515-23.
- (33) 3M ESPE. Filtek™ Bulk Fill Posterior Restorative 3M ESPE, Instructions. [Internet]. [Consultado 2015 Oct 09]. Disponible en:

<http://multimedia.3m.com/mws/media/976404O/filtek-bulk-fill-posterior-instructions-for-use-western-europe.pdf>

(34) Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for Bulk Fill materials? Dent Mater. May 2012; 28(5): 521-8.

(35) Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. J Dent. Jun 2012. 40(6):500-5.

(36) Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of Bulk Fill composites. Clin Oral Investig. Mar 14 2012. 17(1): 227-35.

(37) Corral C, Vildósola P, Fernández E, Bersezio C, Alves de Campo E. Revisión del estado actual de resinas compuestas Bulk-Fill. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2015; 27(1)

(38) Mahn E. Cambiando el paradigma de la aplicación de composites Tetric EvoCeram Bulk Fill. Ivoclar Vivadent AG. [Internet]. 2013 [Citado 13 junio 2015]: 3-12. Disponible en: <http://www.ivoclarvivadent.es/zoolu-website/media/document/18472/Edici%C3%B3n+Especial+-+Dr-+Eduardo+Mahn,+Tetric+EvoCeram+Bulk+Fill>

(39) Gorsche C, Griesser M, Hametner C, Ganster B, Moszner N, Neshchadin D. New generation of highly efficient long-wavelength photoinitiators for dental restoratives: From research to application. Radtech [Internet]. 2014 [Citado 13 Jun 2015]. Disponible en: <http://radtech.org/2014proceedings/papers/technicalconference/Medical%20&%20Dental/Gorsche%20%20Recent%20advances%20in%20monomers%20and%20photoinitiators%20for%20dental%20restoratives.pdf>

(40) Ivoclar Vivadent. Tetric N-ceram Bulkfill, Instructions for use. [Internet]. [Consultado 2015 Oct 09]. Disponible en: <http://www.ivoclarvivadent.co/es-co/p/odontologo/composites/tetric-n-ceram-bulk-fill>

(41) Pontes D.G., de Melo A. T., Monnerat A. F. "Microleakage of New All-In One Adhesive Systems on Dentinal and Enamel Margins". Quintessence Int. 33(2): 136-139. 2002.

- (42) Nanci A., Ten Cate's Oral Histology. 8° Edition. Elsevier Saunders, pp 165-204. (2013).
- (43) Perdigao J, Sezinando A, Monteiro P. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. American Journal of Dentistry 25:153-158. (2012).
- (44) Steenbecker O, Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva, Editorial Universidad de Valparaíso. 2004. cap 4, 110-111 pp.
- (45) Nocchi C. Odontología restauradora; 2007; 2 edición, Editorial panamericana, Materiales restauradores directos, cap. 9.
- (46) Van Meerbeek B, De Munk J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas., Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G Buonocore. Memorial Lecture: Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. (2003). Operative. Dentistry 28(Suppl 3): p 215-35.
- (47) Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, De Munck J. Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. (2012). Journal of Dentistry 40(Suppl 6):475-484.
- (48) 3M/ESPE®. Single Bond Universal Adhesive [consultado 05 Jun 2015]. Disponible en: <http://solutions.3mae.ae/wps/portal/3M/enAE/3MESPE/DentalManufacturers/Products/DentalRestorativeMaterials/DentalBonding/Dental-Adhesive/>
- (49) Van Landuyt KL, Snauwaert J, de Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. Biomaterials. 2007; 28:3757---85.
- (50) MV Cardoso, A de Almeida Neves, A Mine, E Coutinho, K Van Landuyt, J De Munck and B Van Meerbeek. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. Australian Dental Journal. June 2011 Volume 56, Issue Supplement s1, pages 31–44,

## ANEXOS

Anexo 1: Autorización de Director de Clínica para realizar estudio en las instalaciones de la clínica odontológica de la Universidad Andrés Bello, Sede Santiago.

Martes, 21 de abril de 2015

Para:

Dr. Luis Lecaros

Director de Clínica Odontológica

Campus Republica, Santiago

Universidad Andrés Bello

Mediante la presente le solicito autorizar la realización de la investigación titulada "Comparación in vitro de la microfiltración en obturaciones de composite clase II utilizando un sistema adhesivo universal de autograbado y convencional" en el Laboratorio de Biomateriales campus Republica de la Universidad Andrés Bello. Donde se realizarán las preparaciones dentarias y las obturaciones resinas correspondientes para comparar la microfiltración en piezas dentarias, previa autorización de los participantes mediante la firma de consentimiento informado.

Saluda atentamente a Usted.

Evelyn Arce Caroca

Alumna Tesista, 6to año de Odontología

Universidad Andrés Bello

  
Firma del Alumno

  
Dr. LUIS LECAROS H.  
DIRECTOR  
CLÍNICA ODONTOLÓGICA  
Firma Directora

## Anexo N°2: Consentimiento Informado



### Consentimiento informado

A través de la presente lo invito a participar de un trabajo de investigación titulado: **“Comparación in vitro de la microfiltración en obturaciones de composite clase II Bulk fill, utilizando un sistema adhesivo universal de autograbado y convencional”**, con el objetivo de comparar la microfiltración de un adhesivo universal utilizado con técnica de autograbado y convencional.

Para el desarrollo del estudio se requerirán piezas dentales (terceros molares) que tengan orden de exodoncia debido al tratamiento de ortodoncia. Por lo cual se solicita colaboración entregando su pieza dental extraída para poder utilizarla en el estudio.

En este estudio se realizara una restauración a su pieza dental y se comparara la acción de un mismo adhesivo, pero con diferentes formas de grabado a las estructuras del diente.

La extracción será realizada por alumnos de cuarto y quinto año de la Facultad de Odontología de la Universidad Andrés Bello. Esto no tendrá costo ni tiempo adicional además de la requerida para su extracción correspondiente.

El beneficio que se obtendrá con este estudio, es conocer el grado de microfiltración marginal al utilizar un adhesivo universal, con el fin de contribuir, en la realización de nuevas técnicas de restauración para poder disminuir las caries secundarias.

Se informa además que los datos serán confidenciales y serán de uso exclusivo para el estudio.



## **Autorización**

Yo, \_\_\_\_\_, RUT. N° \_\_\_\_\_  
autorizo en forma voluntaria a la utilización de mis piezas dentales en el estudio de comparación del Adhesivo Universal, el que será sin costo y no se asocia a ningún otro tipo de atención dental. Confirmando que estoy de acuerdo con dicho estudio, que tengo conocimiento de su procedimiento y que puedo retirar mis dientes de la investigación o no participar de ella sin sanción alguna.

Firma

**Nombre del investigador:** Evelyn Arce Caroca. **Fono:** 89217581. **Email:** eve.arce.c@gmail.com

Anexo 3: Autorización del Director de Clínica para la recolección de dientes en la clínica odontológica de la Universidad Andrés Bello, Sede Santiago.

Martes, 21 de abril de 2015

Para:

Dr. Luis Lecaros

Director de Clínica Odontológica

Campus Republica, Santiago

Universidad Andrés Bello

Mediante la presente le solicito autorizar la realización de la investigación titulada "Comparación in vitro de la microfiltración en obturaciones de composite clase II utilizando un sistema adhesivo universal de autograbado y convencional" en la Clínica Odontológica campus Republica de la Universidad Andrés Bello. Donde se realizaran la recolección de piezas dentarias sanas extraídas por orden de ortodoncia, para poder realizarles las resinas correspondientes para comparar la microfiltración, previa autorización de los participantes mediante la firma de consentimiento informado.

Saluda atentamente a Usted.

Evelyn Arce Caroca

Alumna Tesista, 6to año de Odontología

Universidad Andrés Bello



Firma del Alumno



Firma Director  
Dr. LUIS LECAROS H.  
DIRECTOR  
CLÍNICA ODONTOLÓGICA