



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

**ANÁLISIS COMPARATIVO IN VITRO DEL SELLADO MARGINAL  
DE RESTAURACIONES DE UNA RESINA COMPUESTA  
CONVENCIONAL (AURA, SDI) Y UNA MONOINCREMENTAL  
(AURA BULK FILL, SDI)**

FRANCESCA CONSTANZO SANTANDER  
MARÍA JESÚS GHIRINGHELLI MORALES

Tesis presentada a la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae,  
para optar al título de Cirujano Dentista

Profesor Guía: Dr. Marcelo Bader Mattar

Santiago, Chile.

2016

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, que resultó ser un pilar fundamental desde el inicio, por estar siempre presente en los buenos y malos momentos, por su cariño, comprensión y principalmente por creer y confiar en mí.

A mis amigos que me apoyaron y acompañaron durante el transcurso de la carrera.

A Sebastián Rojas, Gracias por su compañía, ánimo y apoyo en todo momento.

*Francesca Constanzo Santander*

A mis padres, Andrés y Patricia, que nunca dejaron de creer en mí y que gracias a su amor y apoyo incondicional me permitieron sacar adelante este desafío.

A mis amigos que han estado conmigo siempre.

A Javier Salaya por su ayuda y apoyo constante.

*María Jesús Ghiringhelli*

Agradecemos de forma especial al Doctor Marcelo Bader, tutor de este trabajo investigativo, quien supo orientar y guiar la elaboración del proyecto siempre con paciencia y la mejor disposición y a la Doctora María José Riquelme, por su valiosa ayuda en el desarrollo de este estudio.

## INDICE

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| RESUMEN .....                   | i  |
| INTRODUCCION .....              | 1  |
| MARCO TEORICO .....             | 4  |
| HIPOTESIS.....                  | 26 |
| MATERIALES Y MÉTODO .....       | 27 |
| RESULTADOS.....                 | 37 |
| ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS..... | 39 |
| DISCUSIÓN .....                 | 43 |
| CONCLUSIÓN .....                | 47 |
| BIBLIOGRAFIA .....              | 48 |
| ANEXO N°1 .....                 | 57 |

## RESUMEN

Se desarrolló un estudio experimental, *in vitro*, con la finalidad de comparar el grado de sellado marginal entre restauraciones realizadas con la resina compuesta monoincremental Aura BulkFill (SDI), y una resina compuesta convencional Aura (SDI), utilizando la misma técnica adhesiva.

Se seleccionaron 25 terceros molares humanos erupcionados, sanos, con indicación de exodoncia, en cada uno de los cuales se tallaron 2 cavidades clase II estricta, mesial y distal respectivamente. Una vez confeccionadas las preparaciones, ambas recibieron el mismo procedimiento adhesivo, variando solamente el proceso restaurador. Las preparaciones mesiales fueron obturadas con resina compuesta en un sólo incremento Aura Bulkfill (SDI), mientras que las preparaciones distales fueron obturadas con resina convencional Aura (SDI) a través de la técnica incremental.

Una vez que las piezas fueron restauradas se almacenaron en una estufa a 37°C con 100% de humedad relativa por 48 horas, para simular las condiciones del medio bucal. Cumplido el tiempo, fueron sometidos a un régimen de termociclado de 100 ciclos entre 5° C y 60°C en presencia de un agente marcador, para luego ser cortadas sagitalmente dejando en evidencia la interfase diente-restauración.

Los cortes fueron observados y medidos a través de fotografía digital, para determinar el porcentaje de microfiltración marginal obtenido según el grado de penetración del marcador en la interfase. Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran la aparición de microfiltración marginal para ambos sistemas restauradores, siendo menor para la resina Aura convencional (SDI), comparada con la resina compuesta Aura bulkfill (SDI). Las cifras alcanzadas fueron sometidas a análisis estadístico mediante el test de U de Mann-Whitney, pudiendo

afirmar que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre ambos materiales.

De acuerdo a los resultados obtenidos se podría concluir que la nueva resina monoincremental Aura Bulkfill podría utilizarse con resultados similares a los obtenidos con el material de uso con técnica incremental convencional.

## INTRODUCCION

El principal objetivo de la odontología restauradora consiste en sustituir la estructura dentaria perdida por diferentes motivos, con materiales que permitan restablecer la anatomía, la función, y la estética de dicha pieza.<sup>(1)</sup>

Para estos fines, la industria odontológica ha desarrollado una serie de biomateriales de obturación, cuyas principales funciones son sellar la pieza dentaria y restituir su integridad dañada por caries, fracturas, erosiones o preparaciones cavitarias, evitando de este modo la entrada de contaminantes y microorganismos desde el medio ambiente oral, así como un movimiento de fluidos perjudicial a través de las interfaces.<sup>(2)</sup>

Dentro de los materiales restauradores directos cobra gran importancia la resina compuesta, debido fundamentalmente a sus propiedades estéticas las que han mejorado notoriamente desde su aparición hasta hoy.<sup>(3)</sup>

Pese al buen desempeño clínico y a la superación continua de sus propiedades, aun no se han solucionado completamente los inconvenientes esenciales de las resinas compuestas; tales como, la falta de adhesión específica al tejido dentario, la contracción de polimerización, el coeficiente de variación dimensional térmico diferente a la pieza dentaria, la sensibilidad y complejidad de la técnica restauradora.<sup>(1,4)</sup>

El principal problema de los anteriormente nombrados es la contracción de polimerización, lo que podría generar una brecha entre el diente y la restauración, produciéndose una infiltración y desajuste marginal, que es el proceso mediante el cual penetran fluidos orales,

bacterias, moléculas y/o iones a la interfaz entre la pared cavitaria y la restauración. <sup>(1)</sup>

La contracción de polimerización busca ser contrarrestada a través de la técnica de restauración incremental, <sup>(5)</sup> que consiste en aplicar pequeños incrementos de resina compuesta de no más de 2 mm de espesor, cada uno de los cuales es fotoactivado antes de proceder a la colocación del siguiente incremento. <sup>(6)</sup>

Aunque la Técnica Incremental brinda grandes beneficios al objetivo del proceso restaurador reduciendo la tensión residual y disminuyendo la posibilidad de microfiltración marginal, adiciona complicaciones clínicas pues añade más pasos operatorios a una técnica restauradora compleja en su totalidad y requiere un gran tiempo clínico para el Odontólogo. <sup>(7)</sup>

Debido a lo antes mencionado y con el propósito de resolver dichas vicisitudes, la industria odontológica ha creado una nueva generación de resinas compuestas de uso monoincremental, dentro de las cuales recientemente se ha introducido en nuestro País, Aura BulkFill (SDI, Bayswater, Australia), que puede ser utilizado en un incremento único de hasta 4 mm.de profundidad, requiriendo tan solo 20 segundos de fotoactivación si se utiliza una lámpara led o 40 segundos con una halógena. <sup>(8)</sup>

Debido al poco tiempo que lleva este producto en el mercado aún no existe suficiente evidencia científica que avale su comportamiento clínico. Por esta razón el presente estudio buscó comparar el grado de microfiltración generado en preparaciones cavitarias clase II obturadas con esta nueva resina de aplicación en mono bloque Aura bulkfill SDI, y la resina compuesta de uso convencional de su misma marca, Aura (SDI, Bayswater, Australia), con el fin de determinar si existen diferencias significativas en el grado de sellado marginal obtenido con ambos procedimientos.



## MARCO TEORICO

Muchas veces el odontólogo se debe enfrentar a la rehabilitación de un paciente que presenta pérdida o falta de estructuras dentarias. La pérdida o falta de sustrato dentario, se puede deber a diversas causas, las cuales pueden ser de origen no infeccioso (traumatismos, erosiones, abrasiones), de origen infeccioso (caries dental) y de origen embriológico (hipocalcificaciones, malformaciones, agenesias)<sup>(9)</sup>. Para recuperar la forma y función de los tejidos alterados se debe recurrir al uso de diferentes tipos de biomateriales dentales, los cuales buscan reconstruir las estructuras dentarias para darles un comportamiento biomecánico y estético adecuado para devolver a la pieza dentaria su integridad y de esta manera, el equilibrio morfofuncional del sistema estomatognático, lo que se logra a través de diferentes procedimientos clínicos desarrollados a través de la Odontología restauradora<sup>(10)</sup>, cuyos principales objetivos a lograr son:

1. Recuperar y/o mantener en el tiempo la salud del complejo pulpodentinario y óseo peridentario, para dar un buen sustento al tratamiento rehabilitador.
2. Devolver la forma anatómica a la pieza dentaria y con ello su función dentro del sistema. Lograr integridad marginal, para evitar la microfiltración y recidiva de la enfermedad.
3. Obtener una armonía óptica, para que así la zona restaurada pase desapercibida en el resto de la pieza dentaria.

Para cumplir con lo anterior, hoy en día, dos aspectos son los que tienen gran importancia en el desarrollo de nuevos biomateriales: Uno es el aspecto estético, es decir, que los materiales a usar sean lo más parecido posible a las estructuras dentarias, y el segundo, la posibilidad de obtener unión química primaria a los tejidos dentarios, de manera que al unirse íntimamente al diente, se elimine la interfaz diente-restauración, y se evite la recurrencia de caries a ese nivel.

Aunque se ha avanzado mucho en estos aspectos, todavía no se obtiene un material que reúna plenamente esas características. Entre los biomateriales restauradores estéticos que logran aproximarse a esos requerimientos con resultados satisfactorios, encontramos a las Resinas Compuestas o Composites, las cuales desde que fueron introducidas al mercado a mediados de los años 1960 han experimentado un significativo desarrollo, lo que ha permitido optimizar su desempeño. <sup>(11)</sup>

Un material de resina compuesta ha sido definido como la combinación tridimensional de por lo menos dos materiales químicamente diferentes, unidos entre sí por un agente de acoplamiento, con una clara interfaz separando los componentes. <sup>(12, 13)</sup>

De acuerdo a lo anterior, las Resinas compuestas se componen básicamente de tres fases:

**1. Matriz orgánica:** Corresponde a una combinación de diferentes monómeros junto a un sistema iniciador de la polimerización por radicales libres y además de la presencia de estabilizadores que buscan maximizar la estabilidad de almacenamiento de la resina compuesta no polimerizada y la estabilidad química de la resina polimerizada. <sup>(11)</sup> Esta fase orgánica, como ya se dijo, fue desarrollada a partir de una resina epóxica, cuyos grupos terminales fueron reemplazados por grupos metacrilato que son más susceptibles de polimerizar. Como resultado no se obtuvo una resina epóxica, sino un metacrilato aromático que da más rigidez y resistencia a la molécula. Debido a que esta nueva molécula, denominada BisGMA, es muy viscosa para utilizarse sola, se utilizan otros monómeros de dimetacrilato con peso molecular más bajo con el objeto de lograr una adecuada viscosidad que facilite la incorporación de rellenos. Generalmente, los monómeros utilizados como diluyentes del BisGMA son el metacrilato de metilo (MMA), el dimetacrilato de tetraetilenglicol (TEGDMA) y el etilenglicol dimetacrilato (EDMA). Al bajar la viscosidad de la mezcla monomérica se puede incorporar más cantidad

de relleno dentro de ella, con las ventajas que esto implica. <sup>(11)</sup> En otras resinas compuestas, el BisGMA es reemplazado por dimetacrilato de uretano o por una mezcla de ambos. <sup>(11, 14, 15)</sup>

**2. Fase inorgánica:** Representada por partículas inorgánicas que se agregan en forma dispersa a la matriz resinosa con el objeto de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Esta fase inorgánica potencia en gran medida las propiedades de las resinas compuestas, en comparación a los antiguos materiales estéticos, de tal forma que refuerza al material mejorando todas sus propiedades mecánicas. Además mejora la manipulación del composite, le otorga radiopacidad y aminora los cambios dimensionales térmicos y la contracción de polimerización <sup>(11, 16, 17)</sup>. En general, las resinas compuestas tienen un coeficiente de expansión térmica que equivale a un tercio o a la mitad del correspondiente a las resinas acrílicas sin relleno, y por lo tanto se aproximan más al valor que posee la estructura dentaria <sup>(18)</sup>. Se han utilizado diversos tipos de relleno en las resinas compuestas. Originalmente, se utilizó partículas de cuarzo de forma irregular, de gran tamaño (30 a 50 $\mu$ ) y dureza. Posteriormente, se utilizó partículas de Sílice coloidal esféricas de entre 0.02 a 0.04 $\mu$ m de diámetro, así como también se reemplazó el cuarzo por Borosilicato, Estroncio o Circonio; también se ha incluido Silicato de litio y Aluminio, y diversos vidrios de Aluminosilicatos. Actualmente, los rellenos más usados son vidrio de bario, zinc e itrio <sup>(19)</sup>. Es destacable el uso de silicato y aluminio como rellenos, ya que poseen un coeficiente de expansión negativo, motivo por el cual se reduce aún más este coeficiente en la resina compuesta.<sup>(17, 18)</sup> Las partículas de relleno pueden tener forma de fibra, forma esférica, forma irregular y plana, y su tamaño puede variar hasta un máximo de 40 $\mu$ m o incluso 60 $\mu$ m. sin embargo, actualmente la tendencia es de reducir el tamaño de las partículas de tal manera que el diámetro promedio actual es del orden de 0.4 a 0.8 $\mu$ m. <sup>(17, 18)</sup> Generalmente las resinas compuestas contienen entre un 70 a 75% de relleno en su matriz, aunque hay productos que indican un 80% en peso de partículas de relleno <sup>(17, 18, 19)</sup>. Por otro lado, la composición del relleno suele modificarse con otros iones para lograr obtener propiedades determinadas.

Por ejemplo, añadiendo bario, zinc, boro, circonio e itrio se consiguen partículas de relleno más radiopacas. Sin embargo, si la modificación es excesiva y se reemplaza el relleno de sílice se puede afectar la eficacia del agente acoplador. <sup>(17, 18)</sup>

**3. Fase de unión o de acoplamiento.** Con el fin de conseguir una óptima unión entre el relleno inorgánico y la matriz polimérica, se tratan las superficies de los rellenos, de manera de transformar su superficie organofóbica en una organofílica. El tratamiento más corriente es el que utiliza un derivado de silano, que corresponde a una molécula bifuncional, la que puede reaccionar con el relleno inorgánico y la matriz orgánica simultáneamente, consiguiendo de ese modo el acoplamiento del relleno y la matriz. <sup>(66)</sup>

A lo largo de los años las resinas compuestas se han clasificado de distintas formas con el fin de facilitar al clínico su identificación y posterior uso terapéutico. Una clasificación aún válida es la propuesta por Lutz y Phillips. <sup>(20)</sup> Esta clasificación divide las resinas compuestas basadas en el tamaño y distribución de las partículas de relleno estableciendo los siguientes grupos:

**1. Las resinas compuestas convencionales o de macrorellenos:** que fueron los primeros composites en aparecer contenían partículas de relleno, cuyo tamaño podía alcanzar entre 30 a 50  $\mu\text{m}$ , y por ello fueron denominados como de macrorrelleno. Estas partículas constituyentes eran muy grandes y más duras que la matriz polimérica, por lo que estos materiales tenían gran dificultad para obtener una adecuada superficie pulida. <sup>(66)</sup>

**2. Resinas compuestas de microrelleno:** nacieron como una forma de mejorar la textura superficial de las restauraciones pulidas. Estas contienen relleno de sílice coloidal con un tamaño de partícula entre 0.01 y 0.05  $\mu\text{m}$  <sup>(21)</sup>. Clínicamente estas resinas se comportan mejor en la región anterior, donde la tensión masticatoria es relativamente pequeña. Proporcionan un alto pulimento y brillo

superficial, confiriendo alta estética a la restauración.<sup>(22)</sup> 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.<sup>(23)</sup>

**3.- Resinas compuestas híbridas:** como una manera de superar las desventajas de las resinas compuestas de microrelleno, se desarrollaron los materiales híbridos, los cuales se denominan así por estar conformadas por grupos poliméricos (fase orgánica) reforzados por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje de 60% o más del contenido total con tamaños de partículas que oscilan entre 0,6 y 10 micrómetros, incorporando sílice coloidal con tamaño de 0,04 micrómetros.<sup>(66)</sup>

**4.- Resinas compuestas microhíbridas:** corresponden a una mejora de los materiales anteriores y presentan partículas de relleno con un tamaño medio de 0.4  $\mu\text{m}$  a 0.9  $\mu\text{m}$  con partículas mayores y menores a ese tamaño, los cuales mezclan las características de resistencia de las resinas de macrorrelleno y las ventajas en el pulido y terminación superficial de las de microrrelleno.<sup>(66)</sup>

**5.-Resinas compuestas de Nanorrelleno:** llegan al mercado a fines del 2002, y su novedad es que poseen nanorrellenos compuestos por partículas esféricas de 5 a 10 nanómetros (un nanómetro es la milésima parte de un micrón ( $\mu\text{m}$ )). Las primeras experiencias indicarían que son útiles para restauraciones anteriores y posteriores, fáciles de esculpir sin que se deformen, con una buena variedad en colores y diferentes densidades ópticas, con elevado y fácil pulido.<sup>(24)</sup>

**6.- Resinas Compuestas Nanohíbridas:** Derivadas de las anteriores, corresponden a composites que combinan nanopartículas con partículas más grandes, como las micrométricas, con un tamaño promedio de 0,7  $\mu\text{m}$ . Las

partículas que son combinadas al nanorrelleno, actúan como soporte o andamiaje, brindan mayor consistencia, y mejoran las propiedades ópticas del material. Las diferentes formas de otorgar el soporte a las nanopartículas es lo que distinguen los diversos productos en el mercado. Esta combinación de partículas nanométricas y elementos de mayor tamaño, dan origen a los compositenano híbridos. Que corresponden a la gran mayoría de los materiales utilizados en la actualidad. <sup>(24)</sup>

Independientemente del tipo de partícula que posean, los composites, todos ellos endurecen mediante un proceso de polimerización. Esta reacción consiste en la unión química de los monómeros para obtener moléculas de alto peso molecular denominadas polímeros. Para iniciar esta reacción se requiere de un aporte de energía a través de algún mecanismo de iniciación que puede ser mediante una activación química, activación por luz visible o activación por calor. <sup>25)</sup>

Los componentes químicamente activados fueron utilizados por mucho tiempo, sin embargo, sus limitaciones y/o desventajas, tales como, la falta de control sobre el tiempo de polimerización, inestabilidad de color y porosidad, entre otros, demandaron el desarrollo de una nueva clase de materiales plásticos que se activan a través de la exposición de sus constituyentes a una intensa fuente de irradiación óptica-electromagnética. <sup>(26, 27)</sup>

El mecanismo de activación más utilizado en la actualidad es la activación por luz visible a través de las lámparas de fotocurado. Por medio de esta fuente lumínica se excita un fotoiniciador, que corresponde a una alfa dicetona y que generalmente es, a su vez, una Canforquinona. Esta dicetona activada, interacciona con un agente reductor que corresponde a una amina terciaria alifática y al juntarse ambas, se inicia una reacción de radical libre. <sup>(25)</sup> Este radical libre es una molécula extremadamente reactiva, con un electrón libre en su región externa, que busca formar un enlace covalente. Este radical libre reaccionará con

el monómero, que posee un enlace doble de carbono (C=C), el que al ser desdoblado dará inicio a la reacción de polimerización. De esta forma comienza la reacción en cadena, en la cual el enlace doble de carbono reacciona con el radical libre, dejando un electrón disponible para reaccionar con otro enlace doble de carbono. La reacción de polimerización sólo terminará cuando dos radicales complejos estén próximos. <sup>(28)</sup>

Dentro de las ventajas de las resinas compuestas se pueden mencionar:

1. Buen desempeño estético: lo que está dado por la distribución de diferentes tamaños de las partículas de relleno que se encuentran inmersos en la fase orgánica de la resina compuesta y por un equilibrio entre el índice de la refracción de la matriz y de la partícula de relleno.

2. Adecuada resistencia mecánica: la que se relaciona con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno; a menor tamaño y mayor porcentaje de las partículas de relleno, mayor resistencia a la compresión, a la fractura y al desgaste.

3. Preparaciones más conservadoras. Ya que al utilizar un sistema adhesivo para su unión a la preparación cavitaria, no es necesario realizar cavidades que comprometan tanto tejido dentario para lograr retención.

Sin embargo, las resinas compuestas también presentan algunas limitaciones o desventajas, dentro de las cuales, las de mayor significancia en su resultado clínico son:

- La carencia de adhesión por sí mismas a los tejidos dentarios, por lo cual requieren de la acción de un agente de unión o sistema adhesivo.

- La contracción de polimerización, que se debe fundamentalmente a la reducción de la distancia intermolecular de los monómeros al polimerizar.
- La diferencia del coeficiente de variación dimensional térmica que presentan respecto del de las estructuras dentarias.

La contracción de polimerización es el resultado del acortamiento de la distancia entre las moléculas, ya que las moléculas de monómero están inicialmente unidas por fuerzas de Van de Waals, mientras que en el polímero final las unidades de monómero estarán unidas a través de enlaces covalentes que para generarse requieren una distancia menor disminuyendo así el volumen de la masa.<sup>(29, 30)</sup>

La contracción que experimentan las resinas compuestas al polimerizar dependerá del tamaño y de la cantidad de los monómeros, y puede incidir en una separación del material restaurador con las paredes cavitarias, generando una brecha a través de la cual se producirá un problema de filtración marginal. Mientras más grande sea la molécula monomérica, menor será la contracción. Por otra parte, al haber una mayor cantidad de monómeros, el volumen de relleno inorgánico será menor, aumentando con ello la contracción final del polímero.

Como se señaló anteriormente, la contracción del material se traduce clínicamente en problemas a nivel del sellado marginal de la resina compuesta, lo que conlleva a la microfiltración marginal. Para compensar el efecto de la contracción de polimerización sobre la integridad marginal de la restauración, se ha recurrido a dos procedimientos clínicos:

- a) El acondicionamiento dentario, que busca compensar el efecto de la contracción, generando adhesión de la resina compuesta a las estructuras dentarias, para lo cual se deben acondicionar el esmalte y la dentina para hacerlos más receptivos y además utilizar un elemento que

actúe como articulador entre ambas partes (diente y restauración) rol que cumplen los sistemas adhesivos.

b) La técnica de restauración o técnica incremental.

## **Acondicionamiento dentario.**

El mecanismo utilizado durante años para la fijación del material restaurador a la pieza dentaria ha sido la retención macromecánica dada por el diseño cavitario, pero junto con la introducción de las resinas compuestas se introdujo la posibilidad de aumentar la retención a través del acondicionamiento de la estructura dentaria con la técnica de grabado ácido introducida por Buonocore en 1955, para “volver a la superficie dentaria más receptiva” <sup>(67)</sup> facilitando la adhesión de la resina compuesta al esmalte. La técnica de grabado ácido del esmalte consistía en grabar la superficie adamantina con ácido fosfórico a una concentración de 80% durante 60 segundos, con lo cual se logró cambiar la morfología del esmalte obteniendo microporosidades, incrementando la humectabilidad y el área total de contacto expuesta para la adhesión, permitiendo generar una unión micromecánica con el material resinoso a base de Bis-GMA. Por lo tanto entre la superficie grabada y la resina compuesta se colocaba una resina sin relleno a base de monómeros de Bis-GMA y otros, la que impregnaba la superficie grabada actuando como un agente de enlace entre la restauración y el diente. <sup>(11, 31)</sup>

Adhesión a las estructuras dentarias:

- **Esmalte:**

Según las investigaciones de Gwinnett en 1967, se descubrió que el grabado ácido del esmalte remueve una capa superficial de aproximadamente 10µm, dejando una capa porosa de entre 5 a 50µm de profundidad donde puede fluir una resina de enlace de baja viscosidad hacia las microporosidades y una vez que esta resina de enlace polimeriza, se puede evidenciar la presencia de prolongaciones de resina en las microporosidades del esmalte, siendo este el mecanismo de adhesión primario al esmalte grabado. El grabado también

incrementa la humectabilidad y el área superficial de contacto del sustrato de esmalte. <sup>(32)</sup>

Como se sabe, el esmalte dentario es un derivado epitelial calcificado y constituido por un 96% de sales inorgánicas, un 2% de sustancia orgánica y un 2% de agua. La fracción inorgánica está representada principalmente por cristales de hidroxiapatita junto con elementos traza como magnesio, hierro, flúor, etc. La matriz orgánica del esmalte es escasa y está representada por un gel sin estructura en el cual están incluidos los cristales, por lo tanto, el esmalte es un tejido constituido por cristales inorgánicos rodeados de una matriz orgánica y agua que dejan microporos para el paso de sustancias químicas. <sup>(33)</sup>

Este grabado ácido del esmalte está fundamentado principalmente en la diferencia de solubilidad que presentan las distintas partes de los cristales de hidroxiapatita que conforman los prismas del esmalte, los cuales tienen una apariencia de varillas de sección más o menos hexagonal, que se extienden desde el límite amelo-dentinario hasta la superficie externa. Estas varillas están unidas lateralmente e íntimamente entre sí y su aspecto global en la superficie es similar a un panal de abejas. <sup>(33, 34)</sup>

Ahora bien, la solubilidad del prisma es diferente, dependiendo si se trata de la superficie del centro o de la periferia del mismo, esto determina que al aplicar un ácido sobre el esmalte la disolución también sea diferente, con lo que se puede lograr distintos patrones de grabado, a saber:

**Tipo I:** En el cual se disuelve más el centro de cada prisma, quedando el aspecto de empalizadas unidas con depresiones o “poros” entre ellas, quedando la periferia casi intacta.

**Tipo II:** En el cual se disuelve más la periferia que el centro del cristal, con lo que quedan pequeñas “islas” de esmalte rodeadas de surcos y grietas entre ellas, donde el núcleo del prisma permanece intacto.

**Tipo III:** Que está dado por una mezcla de los dos patrones anteriores, es decir, no presenta evidencias de ninguna estructura prismática. <sup>(32, 33, 34)</sup>

Aunque el patrón de grabado comúnmente observado corresponde al tipo I, los resultados de investigaciones anteriores, sugieren que no existe un patrón de grabado específico, producido por la acción de ácido sobre el esmalte. <sup>(35)</sup>

De estos tipos de grabado, los más adecuados para realizar la función retentiva son el Tipo I y el Tipo II, en cambio el tipo III no permitiría obtener una buena adhesión. Se evidencia el grabado ácido con un cambio de color y apariencia del esmalte (aspecto mate, es decir, no refleja la luz). <sup>(33)</sup>

Actualmente se utiliza ácido fosfórico en concentraciones entre el 37% y 40%, con un tiempo de grabado no superior a 20 segundos. Estas han demostrado ser las concentraciones más adecuadas, ya que se ha visto que las concentraciones mayores logran una menor formación de microporos y concentraciones menores de ácido, aumentan la velocidad de formación de estos. <sup>(36)</sup>

El tiempo de aplicación del ácido también es un factor importante, no debe ser muy largo, ya que la reacción es auto limitante y si se supera el tiempo de 20 segundos se produce una reprecipitación de fosfato cálcico sobre el esmalte, obliterando los poros con lo que disminuye la capacidad de unión. El tiempo de 15 a 20 segundos es un plazo considerado clínicamente apropiado <sup>(33, 10)</sup> para lograr un acondicionamiento que permite de obtener una disolución selectiva del núcleo

de los prismas o su periferia y así transformar al esmalte en una superficie más receptiva a la adhesión. <sup>(32)</sup>

Luego de aplicar el ácido, este se debe lavar con abundante agua por el doble de tiempo que se usó el ácido, para asegurarse que se eliminaron todos los residuos que se forman durante el grabado. <sup>(32)</sup>

Sobre el esmalte grabado, como ya se señaló, se debe aplicar un adhesivo de la misma naturaleza que la resina compuesta, el cual se trabará micromecánicamente al esmalte grabado y químicamente al material restaurador fijándolo en posición. Estos adhesivos han ido evolucionando a través del tiempo con el objeto de optimizar sus resultados. En la actualidad los sistemas adhesivos tienen en su mayoría presentaciones comerciales en forma de sistemas simplificados que combinan el agente imprimante y el adhesivo propiamente tal en una sola botella y utilizan la técnica de grabado ácido. Este sistema contiene monómeros menos viscosos, que están presentes y diluidos en solventes con un alto poder volátil como el alcohol y la acetona. Para la adhesión a esmalte, esta propiedad parece contribuir a una completa interdifusión del sistema sobre toda el área que ha sido acondicionada. <sup>(37)</sup>

Sin embargo, en la mayoría de las situaciones clínicas, la resina compuesta se debe unir a esmalte y dentina. Esto significa que, como regla general, los sistemas adhesivos existentes se deben aplicar también a la superficie dentinaria.

- Adhesión a Dentina: La dentina es el tejido más abundante de la pieza dentaria. Está constituida por la matriz dentinaria calcificada y por las prolongaciones odontoblásticas. La dentina está constituida aproximadamente por un 70 % de materia inorgánica, un 18% de materia orgánica y un 12% de agua. Posee túbulos dentinarios excavados en su matriz que poseen un trayecto sinuoso en forma de S itálica, dentro de los cuales transcurre la prolongación del

odontoblasto. Estos túbulos se encuentran más separados en las capas periféricas de la dentina y más próximos entre sí cerca de la superficie pulpar. <sup>(33)</sup>

La dentina está estructurada según el grado de calcificación en dos áreas diferentes:

a) Dentina Peritubular: zona anular que rodea el espacio canalicular, de un grosor menor a 1  $\mu\text{m}$ , de alto contenido mineral y escasas fibras colágenas. La dentina peritubular forma la pared de los túbulos dentinarios.

b) Dentina Intertubular: zona ubicada por fuera de la dentina peritubular, que constituye la mayor parte de la dentina. Está formada por numerosas fibrillas de colágeno y sustancia intercelular amorfa. <sup>(32, 34)</sup>

Cuando la estructura dentinaria es cortada con una fresa u otro instrumento, los componentes residuales forman una capa de pocos micrones de grosor, adosada íntimamente a la superficie, llamada barro dentinario. El barro dentinario, al actuar como una barrera de difusión, disminuye la permeabilidad dentinaria protegiendo la pulpa, reduciendo la sensibilidad postoperatoria, lo que en un principio fue considerado como una ventaja, a la vez puede ser considerado como un impedimento en la adhesión, ya que podría evitar la infiltración de monómeros hacia la dentina, por lo que algunos consideran que debe ser removido. Además, las bacterias que quedan atrapadas en el barro dentinario pueden sobrevivir y multiplicarse bajo las restauraciones <sup>(37, 38, 39, 40, 41, 42)</sup>. El barro dentinario constituye una barrera física, por lo que puede ser eliminado o se lo debe hacer permeable para que los monómeros del adhesivo tomen contacto directamente con la superficie dentinaria subyacente. <sup>(43)</sup>

Como se señaló anteriormente, para que las resinas compuestas se adhieran de manera eficaz y duradera a la estructura dental acondicionada, es

fundamental el previo empleo de una resina de baja viscosidad o adhesivo, que sea capaz de penetrar en lo íntimo de la dentina y ahí polimerizarse. Estos son los llamados adhesivos dentinarios, que buscan un mejor sellado marginal, así como también la disminución de la sensibilidad post-operatoria y las microfiltraciones. El éxito de la restauración se basa principalmente en el grado de adhesión que logra este material en la estructura dentinaria.<sup>(44)</sup>

En virtud de lo anterior, las estrategias actuales de adhesión dependen de si los adhesivos dentales requieren un agente acondicionador que elimine previamente el barro dentinario, o si interactúan con el barro dentinario integrándolo en la articulación adhesiva.

La primera estrategia corresponde a la técnica de hibridación por grabado de la dentina, en la cual la dentina es grabada con ácido, generalmente ortofosfórico, el cual disuelve y remueve el barro dentinario, además de abrir los túbulos y desmineralizar la mayor parte de la hidroxiapatita de la dentina subyacente. Posterior al grabado ácido, se lava para retirar el ácido y los residuos generados por el acondicionamiento. Esto dejará una dentina sin barro dentinario y con un aumento significativo de la permeabilidad dentinaria, además de un exceso de agua, que debe ser retirado para que no interfiera en la aplicación y polimerización del adhesivo. Según los creadores de esta técnica de acondicionamiento, se debe evitar desecar la dentina, ya que la matriz colágena queda sin soporte y puede colapsar, lo que impediría su infiltración con el adhesivo.<sup>(45)</sup>

Después de eliminar el exceso de agua, se procede a aplicar un agente imprimante que contiene monómeros hidrofílicos que impregnan la dentina interdigitándose con la malla de colágeno y permitiendo la trabazón micromecánica. Finalmente se aplica la resina de enlace, que corresponde a un monómero hidrofóbico que copolimeriza con el agente imprimante formando la capa híbrida (capa entremezclada de colágeno y resina).

La necesidad de compatibilizar todos los procedimientos clínicos realizados durante el proceso restaurador con los requerimientos mínimos necesarios para el proceso de adhesión microestructural hacen de esta estrategia adhesiva una técnica altamente sensible, donde el número de pasos y las condiciones necesarias elevan la probabilidad de cometer errores que pueden provocar fallas en la interfaz adhesiva.

Una segunda estrategia corresponde a la técnica de reacción-integración. Esta técnica no requiere pasos separados para acondicionar y grabar el sustrato dentario, ya que utiliza sistemas autoacondicionantes, que poseen monómeros ácidos funcionales que son capaces de acondicionar e imprimir simultáneamente la dentina. Este proceso se produce mediante la infiltración y disolución parcial del barro dentinario y de la hidroxiapatita subyacente. Lo anterior permite conseguir una capa híbrida que incorpora adhesivo, minerales, barro dentinario residual y matriz dentinaria desmineralizada. <sup>(43, 46)</sup>

En la actualidad existen numerosos productos propuestos como adhesivos dentinarios, los cuales pueden remover, modificar o impregnar el barro dentinario. <sup>(41)</sup>

Por otro lado la contracción de polimerización de las resinas compuestas se presenta como un gran problema sin solución efectiva aún. Esta contracción se genera como consecuencia del reordenamiento molecular en un espacio menor de aquel que es requerido en la fase inicial de la reacción. Antes de la polimerización, la distancia entre las moléculas era de 0,3 a 0,4 nm, determinado por las fuerzas de Van der Waals. Cuando se establecen las uniones covalentes entre monómeros, la distancia entre ellos pasa a ser de 0,15 nm, resultando en la contracción, por el acortamiento de la distancia entre los monómeros.

Clínicamente, la contracción de polimerización es la responsable de la formación de una brecha marginal entre la resina compuesta y la estructura dentaria. Diversos estudios de Gómez, Juloski, Rueggeberg, Bhalla, Poggio, Oberholzer, Sudheer, Yaman, Cerut, Wang y sus colaboradores, describen la formación de grietas en la interfaz entre el diente y el material restaurador, dejando como consecuencia una restauración más susceptible a la microfiltración marginal que podría generar sensibilidad y el fracaso posterior del tratamiento.

Con el fin de limitar los efectos de la contracción de polimerización, además del procedimiento adhesivo relatado anteriormente, se sugiere aplicar y polimerizar al composite por capas ya que se puede reducir el estrés residual al interior de la masa a polimerizar si se guía la contracción de polimerización, se minimiza la masa de composite a polimerizar en la cavidad y se reduce la proporción de superficie de material adherido a las paredes cavitarias, en relación a la superficie que queda libre.<sup>(47)</sup>

Cabe destacar que la contracción de polimerización continúa una vez retirada la fuente lumínica, alcanzando su máximo a la hora, ocurriendo el 75% de ella en los primeros 10 minutos.<sup>(48)</sup>

Factores que infuyen en la contracción de polimerización.

- Módulo de elasticidad de la resina compuesta.
- Propiedades viscoelásticas del material.<sup>(49)</sup>
- Factor C.<sup>(48)</sup>

**Módulo de elasticidad:**

Se relaciona con “cuanto puede deformarse o estirarse” la resina compuesta. El material será más rígido mientras posea un mayor módulo de elasticidad lo cual se relaciona directamente con la mayor cantidad de relleno inorgánico. <sup>(50, 32)</sup>

De esta manera, las resinas compuestas convencionales al ser más rígidas, soportan mejor las fuerzas de mordida intensas; mientras que para zonas donde predominan fuerzas de deflexión, como en la zona cervical de una pieza dentaria, funciona mejor una resina compuesta de microrelleno. <sup>(51)</sup>

### **Propiedades viscoelásticas de los materiales.**

Las propiedades visco-elásticas se relacionan con el comportamiento de la resina compuesta en el momento en que comienza a producirse la contracción.

Durante este proceso pueden distinguirse 3 fases en el material, las cuales tienen diferente connotación en la generación de stress:

- En la fase pre gel, la reducción volumétrica puede compensarse por la posibilidad que tienen los monómeros de fluir desde las superficies libres hacia las superficies adheridas, liberando las tensiones generadas.
- En el punto gel de la reacción, esta compensación de la contracción no es posible, por lo que el stress comienza a producirse y trasladarse a la interfaz adhesiva.
- En la fase post gel, el material sigue polimerizando pero se produce una disminución en los niveles de contracción y en la capacidad de fluir del material por lo que aumenta su rigidez, provocando un aumento en la generación del estrés, logrando eventualmente que las tensiones sean transmitidas totalmente a la interfaz diente-restauración, lo que podría llevar

al fracaso clínico de la restauración, si la adhesión generada no resiste esta tensión. <sup>(32, 51)</sup>

### **Factor de configuración cavitaria (factor C)**

El Factor C se define como el número de superficies adheridas y no adheridas en una cavidad preparada <sup>(52)</sup> y es el resultado de dividir la cantidad de paredes, donde habrá adhesión (superficie adherida) por la cantidad de paredes libres de adhesión (superficie no adherida). <sup>(54)</sup>

Es una relación matemática que permite determinar la magnitud de estrés de polimerización que generará una resina compuesta en una preparación biológica luego de ser polimerizada. Es decir, estimula la tensión residual de polimerización que sufrirá la restauración según su configuración cavitaria. <sup>(55)</sup>

Se define como:

$$\text{Factor C} = \frac{\text{Superficie Adherida}}{\text{Superficie No Adherida}}$$

Donde a mayor factor C, existe mayor stress de contracción.

En una preparación cavitaria, mientras menor sea el número de superficies adheridas, menores serán los problemas para compensar los efectos generados por el stress de contracción. Debido a esto se permitiría la disipación de las tensiones hacia las superficies libres (a través de la capacidad que tienen las resinas compuestas de fluir) no afectando así la fase adhesiva, como sería en el caso de la restauración clase IV. El caso contrario sería de una restauración clase I, donde eventualmente habría mayor número de superficies adheridas que superficies libres. <sup>(56, 57)</sup>

Para compensar lo anterior, se desarrollaron las técnicas incrementales de restauración, las que buscan generar un factor C más favorable, donde haya la menor cantidad de paredes adheridas posibles y a su vez la mayor cantidad de paredes libres.<sup>(58)</sup>

## Técnica Incremental

Consiste en la construcción progresiva de la restauración, agregando pequeñas cantidades de composite en capas sucesivas, que son polimerizadas consecutivamente, con el fin de disminuir la magnitud de la contracción de polimerización y con ello atenuar la tensión residual entre la resina compuesta y las paredes de la cavidad, reduciendo la posibilidad de microfiltración marginal. <sup>(22,</sup>  
<sup>23)</sup> En la Técnica incremental, el operador agregará a la preparación volúmenes de material no superiores a 2 mm de grosor, con el fin de disminuir la magnitud de la tensión residual entre la resina y la cavidad, además de reducir el número de planos adheridos en relación a las superficies libres del material durante la polimerización de cada incremento, lo que favorece la liberación de tensiones residuales. Esto se traduciría en una mejor adaptación del material reduciendo la posibilidad de microfiltración y sus complicaciones subsecuentes.<sup>(14)</sup>

Lekha Santhosh (2008) analizó la microfiltración marginal obtenida comparando tres tipos de técnica incremental, y en sus resultados expone que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los 3 grupos, concluyendo además que ninguna de las técnicas utilizadas fue capaz de eliminar la microfiltración.<sup>(53)</sup> Entonces se podría aseverar que la técnica incremental contribuye reduciendo el stress generado por la contracción de polimerización y permite una mejor adaptación del material, sin embargo, no evita totalmente la aparición de microfiltración marginal, y suma complicaciones clínicas añadiendo más pasos operatorios a una técnica restauradora que por sí es compleja en su totalidad, incrementando el tiempo clínico que requiere el proceso. Por ello para muchos odontólogos resulta poco eficiente restaurar piezas dentarias posteriores utilizando técnicas de múltiples pasos operatorios. Ante esto el concepto de obturar en “un solo paso” para reducir el tiempo invertido en adaptar múltiples capas de composites, ha sido un tema atractivo desde hace algún tiempo.<sup>(32)</sup> En los últimos años la industria odontológica ha introducido nuevos biomateriales al mercado que han intentado reducir parte del tiempo y número de pasos

empleados en la estratificación y adaptación del composite teniendo como característica en común, la utilización de un monoincremento para su colocación.

Entre estos materiales recientemente introducidos a nuestro país está el sistema Aura BulkFill de SDI. Aura BulkFilles un sistema restaurativo de composite y polimerizable radio-opaco, de alta resistencia y de alta estética.<sup>(11)</sup> Adopta un enfoque sistemático y científico de colores de esmalte natural y de la dentina, además optimiza la selección del color y ofrece un manejo excelente y facilidad de pulido. Se utiliza con un incremento único, de hasta 4 mm de profundidad requiriendo 20 segundos de activación con una lámpara LED o 40 segundos con una lámpara halógena. Se indica para la confección de restauraciones posteriores rápidas, donde la superposición de resina de esmalte no es necesario, y están diseñados para lograr una alta profundidad de curado con un corto tiempo de fotoactivación sin desmedro de la resistencia mecánica.<sup>(11)</sup>

Sin embargo, dado que la química de las resinas compuestas que involucran una contracción al polimerizar, en términos generales no ha sido distinta en Aura BulkFill es fundamental determinar cuál sería su comportamiento al ser utilizado en forma mono incremental, ya que no está claro como compensa las tensiones generadas por la contracción y el efecto de la magnitud de esta en el sellado marginal de la restauración. Si al utilizar esta resina (Aura BulkFill) con técnica monobloque se logra controlar la contracción de polimerización y alcanzar una adecuada integridad marginal de la restauración, esta se podría realizar en un menor tiempo de trabajo clínico y con mejores resultados que al utilizar la técnica incremental con resina Aura convencional, dado que al ser ésta última una técnica más sensible, existen mayores posibilidades de cometer errores.

Además como se trata de materiales nuevos que contradicen todos los principios relacionados con el factor C y los efectos de la contracción de polimerización, y que al mismo tiempo no existe la evidencia suficiente de un resultado clínico satisfactorio a largo plazo<sup>(25)</sup>, el presente estudio buscó evaluar el

grado de sellado marginal de las resinas compuestas convencionales de uso con técnica incremental con resina Aura convencional (SDI) y las técnicas monoincrementales con resina Aura BulkFill (SDI).

## **HIPOTESIS**

Existen diferencias en cuanto a la integridad del sellado marginal a nivel cervical de restauraciones clase II utilizando una resina compuesta convencional (Aura, SDI) con la técnica incremental oblicua y la resina creada para técnica mono incremental (Aura BulkFill, SDI).

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar si existen diferencias en cuanto a la integridad del sellado marginal a nivel cervical de restauraciones clase II utilizando una resina compuesta convencional (Aura, SDI) con la técnica incremental oblicua y la resina creada para técnica mono incremental (Aura BulkFill, SDI).

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Determinar el grado de filtración marginal de restauraciones realizadas con resina compuesta de técnica monoincremental
2. Determinar el grado de filtración marginal de restauraciones realizadas con resina compuesta convencional con técnica incremental..
3. Analizar comparativamente los resultados obtenidos.

## **MATERIALES Y MÉTODO**

### **Diseño del estudio:**

El diseño del estudio, es experimental in vitro.

### **Universo y muestra:**

La muestra necesaria para realizar este estudio fue de 25 especímenes, correspondientes a molares permanentes sanos.

Las piezas dentarias utilizadas en el estudio fueron obtenidas de diversas fuentes, en su mayoría por donaciones de profesionales que no participaron en el estudio, por lo que su procedencia es desconocida para los autores del trabajo, sin embargo todas ellas fueron donadas bajo consentimiento informado (Anexo 1).

## Variables:

Las variables a estudiar se presentan en la Tabla 1:

Tabla 1. Variables a Estudiar.

| Variable                                  | Definición  | Dimensión  | Indicador   |
|---|---|--|---|
| <b>Micro infiltración cervical</b>        | Se define como el movimiento de bacterias, fluidos, moléculas, iones y aire desde la cavidad bucal a través de la interfaz entre la pieza dentaria y el material de obturación de la zona cervical. | Medida en porcentaje de penetración del colorante  | Mm de penetración<br>Porcentaje de penetración del agente marcador  |
| <b>Técnica de aplicación de la resina</b> | Técnica de obturación utilizada en restauraciones de resina compuesta   | Técnica de obturación en forma incremental.<br>Técnica de obturación en forma monoincremental. | Aplicación de resina Aura de forma incremental (oblicua).<br>Aplicación de resina Aura BulkFill mono-incremental. |

## Recolección de datos:

Los molares fueron obtenidos por donación de diversos profesionales a alumnas de la Universidad Finis Terrae. Previo a la exodoncia, se consultó a todos los pacientes si accederían a donar su pieza dentaria para fines de esta investigación científica, para lo cual se les informó verbalmente y por escrito acerca de las implicancias del estudio. Todos los que accedieron a donar las piezas dentarias extraídas firmaron una declaración de consentimiento informado, cuyo formato se adjunta en el anexo. (Anexo 1)

El estudio experimental in vitro se llevó a cabo en el laboratorio de simulación clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae.

Las muestras fueron almacenadas en una solución de suero fisiológico (Cloruro de sodio 0,9%) en un recipiente cerrado, con el objetivo de mantener su hidratación hasta ser ocupados en la etapa experimental. Estas permanecieron guardadas en el mismo laboratorio y una vez ocupadas fueron desechadas a través del sistema utilizado por la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae, para la eliminación de desechos biológicos.

Previo a su utilización, las piezas dentarias fueron debridadas con cureta Gracey 9-10, (Hu-Friedy, Chicago, USA) y luego limpiadas con escobillas profilácticas de nylon de copa suave y agua.

A cada pieza dentaria se le realizó en su cara mesial y distal una preparación biológica de 3 mm de ancho vestíbulo palatino, 4 mm de altura y 3 mm de profundidad, manteniendo su pared cervical sobre el límite amelocementario (Fig. 1).

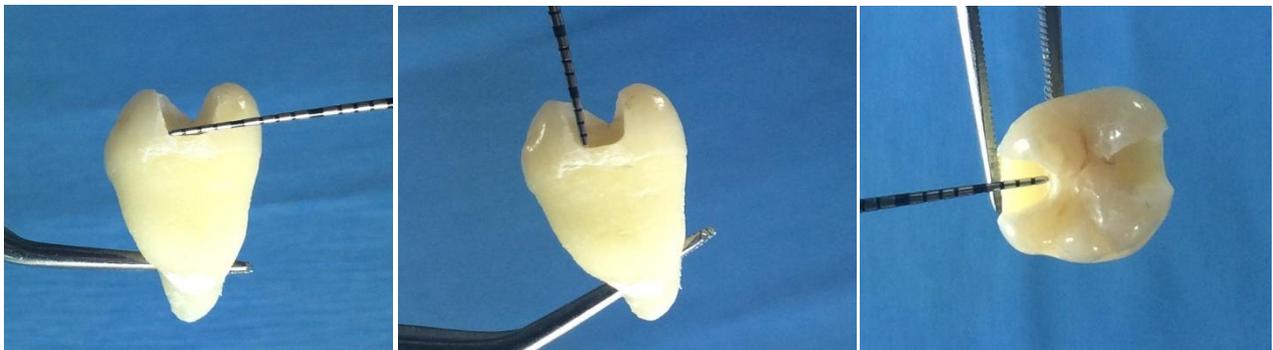


Figura 1.

Las cavidades fueron realizadas por un solo operador con turbina de alta velocidad (NSK, Tokio, Japón) con refrigeración constante, piedra de diamante

redonda (ISO 0,10) (Komet, Lemgo, Alemania), y piedra de diamante cilíndrica (ISO 0,14) (Komet, Lemgo, Alemania).

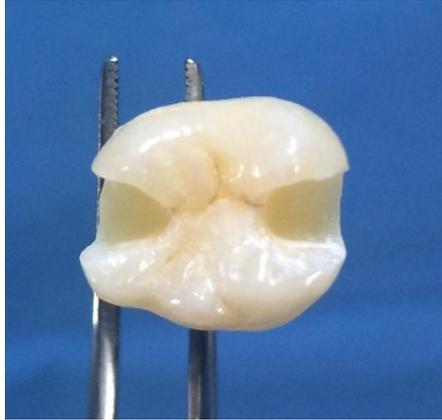


Figura 2

Luego de terminadas las preparaciones (Fig. 2), las piezas dentarias se mantuvieron en un recipiente cerrado con suero fisiológico a temperatura ambiente hasta el momento de su restauración.

Como medida de seguridad para su identificación posterior, se marcó con un plumón permanente de color negro el lado correspondiente a las restauraciones realizadas con la resina convencional Aura (SDI, Victoria, Australia).

Todas las preparaciones biológicas de las piezas dentarias fueron grabadas utilizando ácido ortofosfórico al 35% Scotchbond™ (3M, ESPE, Minnesota, USA) con tiempo de 20 segundos de grabado en esmalte y 10 segundos en dentina (Fig. 3).



Figura 3.

El ácido fue lavado con agua en spray proveniente de la jeringa triple durante 20 segundos. Luego se utilizó el sistema adhesivo Single Bond Universal (3M, ESPE, Minnesota, USA) que fue aplicado en todas las preparaciones biológicas de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Para ello se aplicó 1 gota de Single Bond Universal en las superficies de esmalte y dentina grabadas previamente, se frotó por 20 segundos (Fig. 4), se aplicó aire por 5 segundos para eliminar el solvente y se fotoactivó por 20 segundos con lámpara LED (Coltolux, Coltene/Whaledent, Ohio, USA) (Fig. 5).

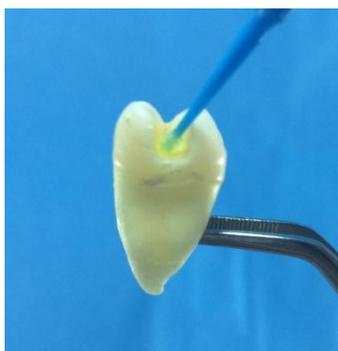


Figura 4

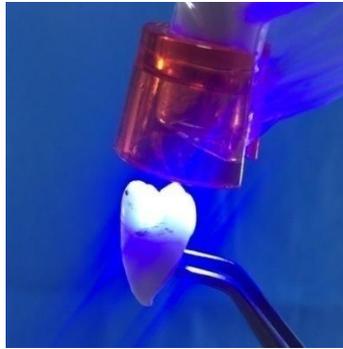


Figura 5.

Posteriormente al procedimiento adhesivo y previo a la aplicación de la resina compuesta, se adaptó una banda matriz para molares con un porta matriz Tofflemire. La unión matriz- pieza dentaria a nivel cervical fue asegurado mediante presión digital, simulando la acción que realiza la cuña que se utiliza al realizar restauraciones ocluso-proximales.

Las preparaciones biológicas fueron divididas en dos grupos:

**Grupo A:** representado por las restauraciones ocluso-mesiales restauradas con técnica oblicua incremental con resina Aura (SDI, Victoria, Australia) (Fig. 6). En este caso, el primer incremento fue colocado en sentido diagonal desde la mitad de la pared cervical a la pared vestibular (Fig.7), y se fotoactivo por 20 segundos; el segundo incremento se colocó de forma oblicua desde la otra mitad de la pared cervical hacia la pared palatina/lingual, y se fotoactivó por 20 segundos en sentido diagonal y 20 segundos directamente desde oclusal; por último el tercer incremento se colocó hacia coronal hasta completar la restauración (Fig. 8) y se fotoactivo por 60 segundos con lámpara LED (Smarlite, Dentsply, Pensilvania, USA).



Figura 6.

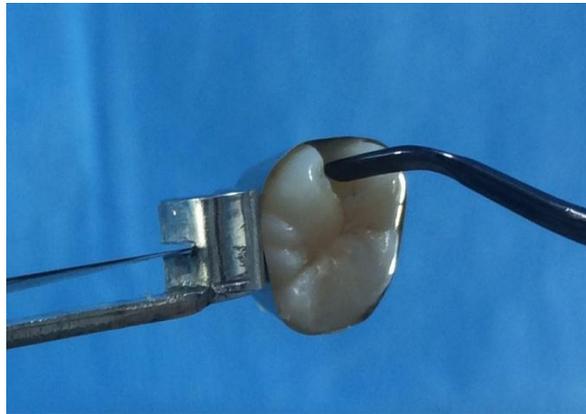


Figura 7.



Figura 8.

**Grupo B:** representado por las restauraciones ocluso-distales las cuales fueron restauradas con resina Aura BulkFill (SDI, Victoria, Australia) (Fig. 9), en un solo incremento, las cuales fueron modeladas en la preparación cavitaria (Fig.

10) y luego y fotoactivadas con lámpara LED (Smarlite, Dentsply, Pensilvania, USA) por el tiempo establecido por el fabricante. Una vez realizadas las restauraciones, las muestras fueron conservadas dentro de un frasco rotulado, mantenidas en una estufa (Heraeus, Hanau, Alemania), a una humedad relativa ambiental de 100% y a una temperatura de 37°Celsius durante 48 horas.



Figura 9.



Figura 10.

Para evitar errores de infiltración del agente marcador por otras vías diferentes al margen cervical de las restauraciones, en aquellas piezas dentarias que tenían un diámetro del foramen apical mayor a 1 mm, los ápices de cada pieza dentaria fueron selladas con vidrio ionómero (Ketac molar, 3M ESPE, Minnesota, USA) de fraguado químico.

Luego se aplicó una capa de adhesivo instantáneo a base de cianocrilato (Scotch-Weld 3M, Minnesota, USA) sin incluir un área de 1 mm de la periferia de los márgenes cervicales de la preparación. También se sellaron los surcos y cúspides de toda la pieza dentaria con dos capas de esmalte de uñas, posteriormente cada molar fue barnizado con 1 capa de esmalte de uñas transparente y finalmente se cubrió la raíz con acrílico rosado de auto polimerización (Marche, Santiago, Chile).

Las piezas fueron sometidas a un proceso de termociclado, con una solución acuosa de 200 ml de azul de metileno al 1%, como indicador de micro infiltración, así este penetraría en la interfase durante la contracción y expansión del material y el diente generada por los cambios de temperatura. Este proceso consistió en sumergir los 25 molares ya preparados, en 3 diferentes vasos de precipitado; el primero con azul de metileno sometido por un mechero a temperatura de 60°C controlado en todo momento con un termómetro; un segundo vaso con agua a temperatura ambiente; y un tercer vaso precipitado con azul de metileno rodeado de hielo, para mantenerlo a temperatura de 5°C (controlado con un termómetro al agua que el primer vaso). Posteriormente se realizaron cortes longitudinales utilizando discos de corte diamantado abarcando ambas restauraciones realizadas, para poder medir el grado de microfiltración obtenido de acuerdo al porcentaje de penetración del colorante (azul de metileno) a través de la interfase diente- restauración a nivel cervical.

En seguida se realizaron cortes con discos diamantados en sentido longitudinal de las muestras, con el fin de exponer la interfaz diente-restauración y evaluar la penetración del agente marcador (azul de metileno) en la pared cervical (Fig. 11). Se marcó con un plumón rojo para el lado correspondiente a la resina Bulk Fill.

El grado de penetración del agente marcador, se evaluó en fotografía digital estandarizada, sobre la cual se procedió a medir la longitud total de la pared

cervical y la longitud de penetración del colorante. De ambos valores se obtuvo el porcentaje de infiltración.

Los valores obtenidos fueron tabulados, graficados y analizados estadísticamente.

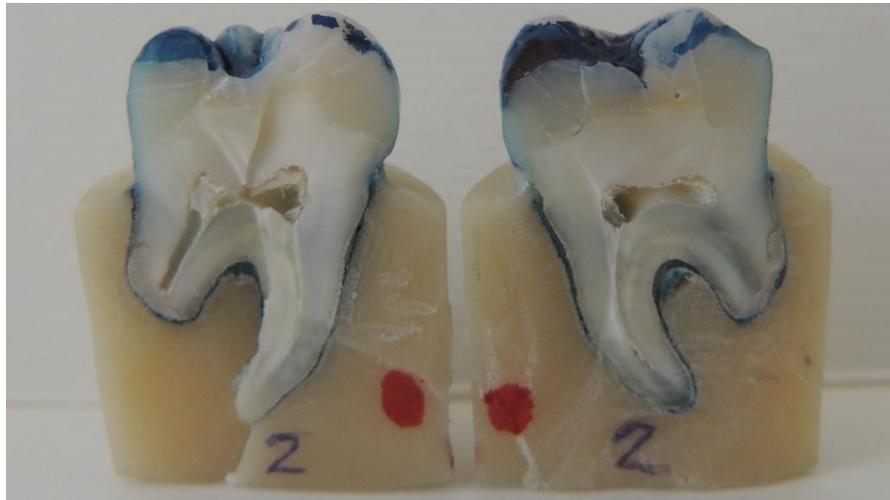


Figura 11

### **Plan estadístico**

Los resultados obtenidos, en relación al porcentaje de microfiltración de azul de metileno en cada uno de los grupos evaluados, fueron tabulados en una planilla Excel y analizados mediante la prueba Shapiro-Wilk para determinar si la muestra presentaba una distribución normal o no. De acuerdo a lo cual, se realizó un análisis paramétrico para establecer si existen diferencias significativas entre los grupos, en cuanto al grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta convencional con técnica incremental y resina compuesta mono-incremental.

## RESULTADOS

Los valores de filtración marginal se tabularon y se presentan en la Tabla 2:

Tabla 2. Valores de Filtración Marginal Tabulados.

| Nº de Muestra | % de Filtración Aura BF | % de Filtración Aura |
|---------------|-------------------------|----------------------|
| 1             | 0                       | 7.5                  |
| 2             | 12.5                    | 0                    |
| 3             | 19.51                   | 12.5                 |
| 4             | 17.85                   | 19.23                |
| 5             | 20                      | 0                    |
| 6             | 25                      | 20                   |
| 7             | 16                      | 6.66                 |
| 8             | 6                       | 1.81                 |
| 9             | 4                       | 19.04                |
| 10            | 12.5                    | 7.5                  |
| 11            | 18.18                   | 16                   |
| 12            | 4.25                    | 17.5                 |
| 13            | 17.39                   | 23.8                 |
| 14            | 14.63                   | 14.63                |
| 15            | 6.52                    | 10                   |
| 16            | -                       | -                    |
| 17            | 0                       | 0                    |
| 18            | -                       | -                    |
| 19            | 4.65                    | 4.65                 |
| 20            | 20                      | 6.97                 |
| 21            | 23.25                   | 13.33                |
| 22            | 8.62                    | 3.92                 |
| 23            | 20                      | 17.77                |
| 24            | 17.5                    | 25                   |
| 25            | 10.2                    | 11.32                |
| Promedio      | 14,21                   | 11,26                |

\*Cabe señalar que las muestras 16 y 18 fueron descartadas por presentar filtración por zonas diferentes a las paredes cervicales, que impidieron una evaluación adecuada.

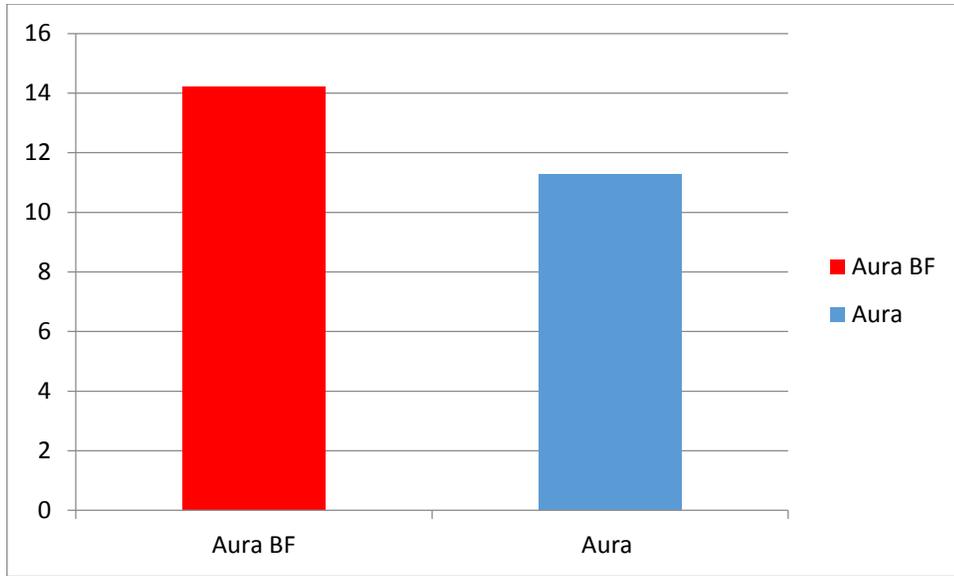


Figura 12. Promedios Aura Bulk Fill ( Aura BF) y Aura convencional.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos se sometieron primeramente a estudios de análisis estadístico descriptivo, los que permiten tener una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los tratamientos estudiados. En segundo término se realizó el análisis inferencial a través de la prueba de T test.

El nivel de significación empleado en todos los casos fue de  $\alpha = 0,05$ .

La distribución normal de los datos de los grupos en estudio, es uno de los requisitos para poder utilizar el test inferencial t test. El primer paso es realizar una prueba de normalidad, y debido al número de muestras, el test utilizado fue el de Shapiro Wilk, ya que al tener menos de 50 muestras, es recomendable el uso de esta prueba.

Se define la hipótesis nula como:

H0: la muestra aleatoria tiene una distribución normal.

Tabla 3. Resultados Pruebas de Normalidad

| <b>Prueba de Normalidad</b> |              |    |               |
|-----------------------------|--------------|----|---------------|
| Tipo de Resina              | Shapiro-Wilk |    |               |
|                             | Estadístico  | Gl | Significancia |
| Aura BF                     | 0,94         | 23 | 0,181         |
| Aura                        | 0,954        | 23 | 0,347         |

En la Tabla 3 se puede observar que en ambos grupos estudiados, el nivel de significancia es mayor a 0,05, por lo tanto se ratifica la hipótesis nula y por lo tanto las muestras tienen una distribución normal de los datos.

A continuación se calculan los valores estadísticos del porcentaje de filtración para cada tipo de resina compuesta

Tabla 4. Valores Estadísticos

| <b>Valores Estadística Descriptiva</b> |         |      |
|--|---------|------|
| Tipo de Resina                         | Aura BF | Aura |
| Media                                  | 12,9    | 11,3 |
| Mediana                                | 14,6    | 11,3 |
| Varianza                               | 55,6    | 59,3 |
| Desviación Estándar                    | 7,5     | 7,7  |
| Mínimo                                 | 0,0     | 0,0  |
| Máximo                                 | 25,0    | 25,0 |

En la Tabla 4 se muestran valores estadísticos descriptivos, en ella se observa que tanto la media como la mediana del grupo “Aura BF” son levemente superiores a las del grupo “Aura”. Las desviaciones estándar de los grupos estudiados son similares.

Los datos de la Tabla 4 se representan en el siguiente gráfico de cajas y bigotes que se muestra a continuación, ratificándose en ellos el análisis antes descrito.

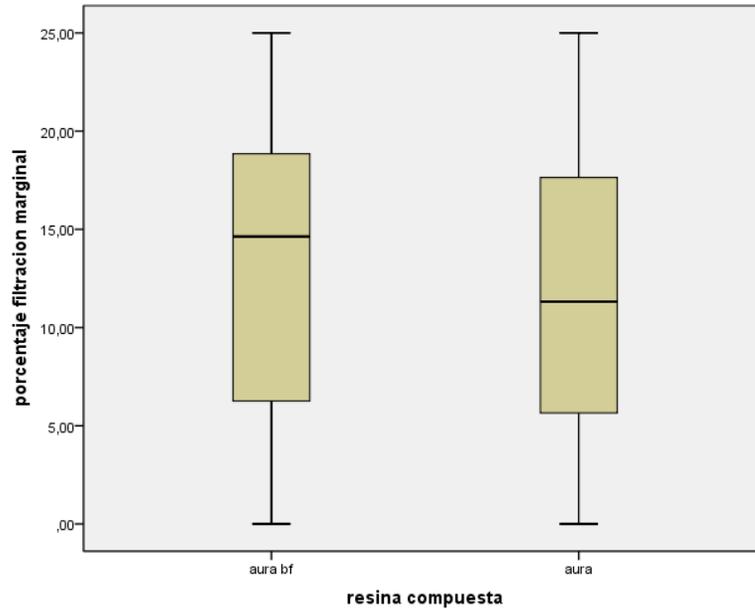


Gráfico 1. Gráfico de Cajas.

Una vez comprobada la distribución normal de los datos mediante el Test de Shapiro-Wilk, se realizó el análisis inferencial de ellos, para determinar si existen diferencias significativas entre ambos grupos estudiados, para lo cual se aplicó el test Student.

Uno de los requisitos para realizar este análisis inferencial es que exista distribución normal de los valores de los grupos en estudio, requisito ratificado con el test de Shapiro-Wilk.

Otro requisito es que la variable independiente debe ser Nominal, estas variables corresponden a los dos grupos denominados “Aura bf” y “Aura”

El último requisito es que la variable Dependiente, es decir los valores de “porcentaje de filtración marginal”, debe ser numérica.

Tabla 5. Análisis Inferencial.

| <b>Prueba de Muestras Independientes</b> |  |               |  |        |                           |
|--|--|---------------|--|--------|---------------------------|
| Porcentaje de Filtración Marginal        | Prueba de Levene para la Igualdad de Varianzas |               | Prueba de T para la Igualdad de Medias |        |                           |
| Valor                                    | F  | Significancia | t                                      | Gl     | Significancia (bilateral) |
| Se Asumen Varianzas Iguales              | 0,012  | 0,914         | 0,767                                  | 44     | 0,447                     |
| No se Asumen Varianzas Iguales           |  |               | 0,767                                  | 43,956 | 0,447                     |

En este caso se asumieron varianzas iguales de los grupos estudiados (debido a que el valor es 0,914). El nivel de significancia, observado de la Tabla 5, del test de Student es de 0,447, el cual es mayor a 0,05, lo que indica que los grupos estudiados (Aura Bf y Aura) no presentan diferencias significativas. Con lo que se concluye que los valores de “porcentaje de filtración marginal” de los grupos estudiados son similares.

## DISCUSIÓN

En la actualidad, existe una gran variedad de materiales odontológicos restauradores, dentro de los cuales los de mayor uso clínico son las resinas compuestas. A pesar de las múltiples ventajas del material, la contracción por polimerización y el estrés asociado a ella, continúa siendo una gran preocupación en la práctica odontológica general.

Este estrés producido durante la contracción por polimerización puede provocar fallas en el sellado marginal en la interfaz diente-restauración y con ello, llevar a su fracaso.

Recientemente, está disponible el sistema Aura BulkFill (SDI) una nueva resina compuesta que utiliza técnica mono-incremental. Dicho material, vendría a revolucionar la técnica de restauración incremental, que durante años ha sido utilizada para reducir las desventajas inherentes que poseen las resinas compuestas.

El presente trabajo buscó analizar comparativamente ambas técnicas, determinando el grado de sellado marginal a nivel cervical de restauraciones clase II, realizadas con resina compuesta convencional Aura (SDI, Australia) utilizando técnica incremental oblicua y Aura BulkFill (SDI, Australia) resina compuesta utilizando técnica mono-incremental.

Los resultados de este estudio mostraron que ninguna de las dos técnicas eliminó completamente la filtración marginal, aunque el porcentaje de microfiltración fue menor para la resina compuesta Aura convencional, en comparación con la resina compuesta Aura BulkFill, sin embargo, no hubo diferencias significativas entre ambos grupos.

Alb C y cols el 2010, testearon la microfiltración marginal bajo microscopía electrónica de barrido para un estudio que comparó tres resinas compuestas, con sus sistemas adhesivos, obteniendo también presencia de microfiltración.(59)

En un estudio realizado por Majeed A (2009), se comparó la microfiltración en esmalte y dentina para cuatro sistemas de resina compuesta en cavidad clases II, y en cuyos resultados ninguno de los materiales aplicados fue capaz de eliminar completamente la microfiltración marginal, lo que coincide con los resultados de nuestro estudio.(60)

De acuerdo a la evidencia encontrada, se demuestra que todas las resinas compuestas utilizadas con técnica incremental van a presentar algún grado de filtración marginal. Se puede comprobar que a pesar de la técnica utilizada para la realización de las restauraciones de resinas compuestas, siempre va a existir microfiltración marginal en la interfaz diente restauración en algún porcentaje, algunos con y otros sin, diferencia estadísticamente significativa, independiente de la técnica restauradora utilizada o del tipo de resina empleada.

Por otro lado comparando las técnicas incrementales con las monoincrementales, un estudio realizado por Baig M.M. y cols en el año 2012, se evaluó el sellado marginal utilizando distintas técnicas para la inserción del material de resina compuesta y liners en preparaciones cavitarias con un alto factor C, obteniendo los mejores resultados para la técnica incremental oblicua, estadísticamente significativos cuando se compararon con la técnica incremental horizontal y en bloque.(61)

Domínguez R y cols (2015), evaluaron el grado de sellado marginal de restauraciones de resinas compuestas realizadas con un material monoincremental (Tetric n-cerambulkfill), y uno convencional (Tetric n-ceram). Como resultado de ese estudio se observó mayor grado de filtración marginal para

la resina monoincremental comparada a la convencional, al igual que en nuestro estudio.(62)

Solares, (2015), comparó la microfiltración en restauraciones clase II, una realizada con técnica convencional (Filtek z 350) y la otra con FiltekBulkFill. Según los análisis realizados existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al grado de microfiltración marginal, dando como resultado mayor cantidad de filtración del azul de metileno en las piezas restauradas con resina compuesta monoincremental.(63)

Según los estudios mencionados, se puede concluir que los resultados obtenidos en el presente estudio no son congruentes. Señalando que en las resinasBulkFill existiría un mayor grado de filtración marginal, siendo este estadísticamente significativo, comparado con la resina de tipo convencional.

Sin embargo, existen otros estudios hechos por Hoshand T. y cols el 2013 quienes al hacer una comparación in vitro del sellado marginal de una resina monoincremental versus resinas de técnica convencional, las primeras obtuvieron los mejores resultados, siendo comparables con las de nano relleno, microhíbridas e híbridas. Estos resultados pueden ser explicados por la técnica de obturación ocupadas en el estudio, en el cual todas las resinas se realizaron con técnica monoincremental.(64)

Un estudio que si fue congruente con los resultados obtenidos por nosotras, fue realizado por Heintze SD, Monreal D, Peschke A (2015) donde se comparó la calidad marginal de restauraciones de resina compuesta clase II usando un sistema monoincremental (TetricEvoCeramBulkFill) y un sistema convencional, los resultados mostraron que la calidad del margen de restauraciones de resinas compuestas aplicadas en un incremento era similar a las restauraciones bajo técnica incremental.(65)

Con estos resultados se da a lugar que ni la técnica ni el material ofrecen un resultado operatorio ventajoso para evitar en el tiempo, la filtración marginal de las restauraciones realizadas con este nuevo material y su técnica (Aura BulkFill), ya que en ambos la falta de sellado marginal es evidente. Pero ya que en el presente estudio no hubieron diferencias estadísticamente significativas sería razonable decir que Aura BulkFill podría elegirse como alternativa al obturar restauraciones compuestas posteriores, por la ventaja en la sencillez de la técnica restauradora, y los bajos valores obtenidos en la magnitud de sellado marginal, comparado con resinas compuestas convencionales.

Sin embargo debido a la poca o nula evidencia científica respecto al uso de Aura BulkFill y debido al su reciente aparición en el mercado se sugiere la necesidad de continuar esta línea de investigación, realizando pruebas tanto in vitro como in vivo, para determinar si ésta técnica es una herramienta efectiva en la reducción de la microfiltración marginal, comparada con las resinas convencionales.

Finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se rechaza la hipótesis nula.

## CONCLUSIÒN

De acuerdo a la metodología utilizada en este estudio y conforme a los resultados obtenidos se podría concluir que:

- La resina Aura BulkFill (SDI, Australia) utilizada mediante la técnica mono incremental se infiltró un 14,2%.
- La resina convencional Aura (SDI, Australia) utilizada mediante la técnica incremental se infiltró 11,2%
- No Existen diferencias estadísticamente significativas entre la resina Aura BulkFill (SDI, Australia) y la resina convencional Aura (SDI, Australia)

En consecuencia de todo lo anterior se rechaza la hipótesis planteada, la cual señalaba: “Existen diferencias en cuanto a la integridad del sellado marginal a nivel cervical de restauraciones clase II utilizando una resina compuesta convencional (Aura, SDI) con la técnica incremental oblicua y la resina creada para técnica mono incremental (Aura BulkFill, SDI)” . Por lo tanto se puede deducir que no habría una mayor significancia clínica entre ambas técnicas y materiales restauradores a la hora de tomar una decisión para realizar una restauración Clase II.

## BIBLIOGRAFIA

1. Craig R, O' Brien W, Powers J. Materiales Dentales, Propiedades y Manipulación. 6ª.ed. Madrid. Editorial Mosby, 1996..
2. Del-Nero M, Escribano N, De la Macorra JC. Analysis of Sealing v/s tensile Bond Strength of Eight Adhesive Restorative Material Systems. J AdhesiveDent. 2000; 2: 117- 127.
3. Anusavice K P. Ciencia de los Materiales Dentales. 11ª.ed. Madrid: Elsevier; 2004.
4. Swift E Jr. Et al. Denton/Enamel adhesives: review of the literature. Pediatric Dentistry. 2002; 24(5): 451-456.
5. Son S-A, Roh H-M, Hur B, Kwon Y-H, Park J-K. The effect of resin thickness on polymerization characteristics of silorane-based composite resin. Restor Dent Endod [Internet]. 2014;39(4):310–8. [cited 2016 Sep 03]. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4223102&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
6. Oliveira G, Monteiro AH, Guilherme J, Col Y. Analysis of gap formation at tooth-composite resin interface: Effect of C-factor and light - Curing protocol. J Appl Oral Sci [Internet]. 2007;15(4):270–4. [citado el2015 Sep 03]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4327428/>
7. Cuevas C. Resina polimerizada por apertura de anillos, nueva posibilidad de material compuesto en odontología. Trabajo para obtener el título de Cirujano Dentista. Instituto de ciencias de la salud, área Académica de

Odontología. Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Mayo, 2010.

8. Folleto informativo de Resina compuesta Aura, AU, SDI, [citado 17 de Junio, 2016]. Disponible en: <http://www.sdi.com.au/en/aura/>
9. Macchi R. Materiales dentales. Buenos Aires: Médica Panamericana. 3ª ed. 2000.
10. Barrancos J. Operatoria Dental. 4ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006.
11. Peutzfeldt A. Resin composite in dentistry: the monomer systems. Eur. J. Oral Sci., 1997; 105: 97-116.
12. Ehrmantraut M, Bader M. Polimerización de Resinas Compuestas a Través de Estructuras Dentarias. Rev. Fac. Odont. Univ. De Chile, 1994; 12(2): 22-27.
13. Fortin D, Vargas MA. The spectrum of composites: new techniques and materials. J. Am Dent. Ass. 2000; 131:26-30.
14. Frankenberger R, Perdigao J, Rosa BT, Lopes M. No-bottle v/s Multi-bottle dentin adhesives- a microtensile bond strength and morphological study. Dental Materials. 2001; 17:373-380.
15. Ariño P. Adhesivos Dentales del Nuevo Milenio: La Membrana Adhesiva. Industria y Profesion Nº 110. Septiembre 2000. Ciencia. [citado 17 de Junio, 2016] Disponible en: [www.gacetadental.com](http://www.gacetadental.com)

16. Jaque V. Trabajo de Investigación para optar al título de Cirujano Dentista. Análisis comparativo in-vitro de la resistencia al cizallamiento de restauraciones de resina compuesta realizadas con la resina de enlace Single Bond polimerizando y no polimerizando la primera capa de aplicación. Santiago de Chile: U. de Chile; 2001.
17. Castro P. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano Dentista. Análisis comparativo in Vitro de la resistencia adhesiva de cuatro resinas compuestas con sus respectivos adhesivos. Santiago de Chile: U. de Chile; 2002.
18. Ribera C, Quevedo E, Bader M. Análisis comparative in vitro de las propiedades físicas mecánicas de dos resinas compuestas de reciente aparición v/s su antecesora. Rev. Fac. Odontología. U. de Chile. 2000; 18:25-33.
19. Craig R. Materiales Dentales Restauradores. 7<sup>a</sup>.ed. Argentina: Mundi S.A.I.C. y F.; 1988.
20. Belvedere P. Posterior composites experiencing growth trend. Dentistry Today. 1999; 18(3). 44, 46-47.
21. Lang B, Jaarda M, Wang R. Filler particle size and composite resin classification systems. J Oral Rehabil. 1992; 19: 569-584.
22. Bayne C. Perspective: Our future in restorative dental materials. J Esthetic Dent. 2000; 12:175-183.

23. Miyasaka T. Effects of shape and size of silanated fillers on mechanical properties of experimental photo cure composite resins. J. Dentmaterials 1996; 15: 98-110.
24. Ariño P. Adhesivos Dentales del Nuevo Milenio: La Membrana Adhesiva. Industria y Profesion N° 110. Septiembre 2000. Ciencia. [citado 5 de Mayo del 2016] Disponible en: [www.gacetadental.com](http://www.gacetadental.com)
25. Labarca PA, Báez HD. Análisis del grado y profundidad de polimerización, a través de la resistencia al desgaste en resinas compuestas fotoactivadas. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista. Santiago: Universidad de Chile; 1992.
26. Dell'acqua A, Espinosa Fernandez R, Fernández-Bodereau (h) E, Henao Pérez D, Kohen S, Mondelli J, et al. Estética en Odontología Restauradora. Madrid: Ripano S.A.; 2006.
27. Gomes JC. Estética em clínica Odontológica. 15º Congreso Internacional de odontologia. Ponta Grossa: Editora Maio; 2005.
28. Villarroel M. Fotopolimerización de resinas compuestas y conceptos afines. 2003. [citado 17 de Junio del 2016]. Disponible en: <http://www.materialesdentales.cl/artcient/art01-sep03/>
29. Choi KK, Condon JR, Ferrancane JL. The effects of adhesive thickness on polymerization contraction stress of composite. J dent Res. 2007; 79(3): 812-817
30. La Macorra. Polimerization of composite resin restorative materials. OdontolCons. 1999; 2: 24-35.

31. Barkmeier W, Hammesfahr P, Latta M. Bond Strength of Composite to Enamel and Dentón Using Prime & Bond 2.1. Oper. Dent. 1999; 24(1):51-56.
32. Perdigo J. Adhesivos dentales: últimos avances. Departamento de odontología conservadora. Carolina del Norte, EE.UU: Universidad de Carolina 1995. QuintessenceInt. 1995 Feb; 26 (2):95- 110.
33. Mery C, Montenegro MA. et. al. Histología y Embriología del Sistema Estomatognático. Santiago de Chile: Ediciones Universidad de Chile; 1986.
34. Astorga C, Bader M, Baeza R, Ehrmantraut M., Ribera C, Vergara J. Texto de Biomateriales Odontológicos. Santiago: Facultad de Odontología Universidad de Chile; 2004.
35. Silverstone L et al. Variation in the pattern of etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. Revisado en Otamendi, C. Efecto de los compuestos eugenólicos en los materiales utilizados en endodoncia sobre la unión de los sistemas adhesivos. [citado el 24 de Julio del 2016] Disponible en:  
[www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado\\_35.htm](http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_35.htm)
36. Goes MF, Consani S, da silva M. morphological effect of the type concentration and etching time of acid solutions on enamel and dentin surfaces. Brazdent J. 1998; (9): 3-10
37. Guerra C. Análisis comparativo In Vitro de la resistencia adhesiva de dos técnicas de aplicación de los sistemas adhesivos. Trabajo requisito para

optar al Título de Cirujano Dentista. Santiago: Facultad de Odontología, Universidad de Chile; 2004.

38. Torres D. Análisis comparativo in vitro de la microfiltración de restauraciones realizadas con resina de enlace Single Bond con y sin fotopolimerizar el adhesivo. Trabajo de investigación para optar el título de Cirujano Dentista. Santiago: Facultad de Odontología. Universidad de Chile; 2003.
39. Barrancos J. Operatoria dental. 3<sup>a</sup>.ed. Buenos Aires: Panamericana. 1998.
40. Yacizi A et al. The effect of current-generation bonding systems on microleakage of resin composite restorations. Quintessence Int. 2002; 33(10): 763-769.
41. Folleto informativo de adhesivo Single Bond 2, 3M-ESPE Dental. [citado el 3 de Septiembre 2016] Disponible en:  
<http://www.materialesdentales.cl/3m/ene-mar05/FichaSingleBond2.pdf>
42. Perdigao J, Baratieri LN, Lopes M. Laboratory evaluation and clinical application of a new one-bottle adhesive. J. Esthet. Dent. 1999; 11(1): 23-35.
43. Perdigão. New developments in dental adhesion. DentClin North Am. 2007; 51: 333-57, viii
44. ADA council on dental benefit programs. Statement on posterior resin-based composites. JADA. 129(12): 1627-1628. 1998.

45. Toledano M, Osorio R, de Leonardi G, Rosales-Leal J.I, Ceballos L, Cabrerizo-Vilchez MA. Influence of self-etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin. *Am J Dent.* 2001;14:205-10.
46. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *OperDent.* 2003; 28:215-35
47. Phillips R. *La Ciencia de los Materiales dentales de Skinner.* 7<sup>a</sup>.ed. México: Interamericana, 1986.
48. Braga RR, Ballester R, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites. A systematic review. *Dent Mat.* 2005; 21: 962-970
49. Browne RM, Tobias RS. Microbial microleakage and pulpal inflammation: a review. *Endod Dent Traumatol.* 1986; 2: 177-183.
50. Davidson CL, Kemp-Scholte CM. Complete marginal seal of class V resin composite restorations effect by increased flexibility. *J Dent Res.* 1990; 69(6): 1240-1243.
51. Torrejón P. Análisis de la brecha marginal generada en restauraciones de resina compuesta con dos patrones de fotopolimerización distintos. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista. Santiago: Universidad de Chile; 2003.
52. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent. Res.* 1987; 66 (11):1636-9.

53. Santhosh L, Bashetty K, Nadig G. The influence of different composite placement techniques on microleakage in preparations with high Cfactor: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2008 Jul-Sep; 11(3): 112–116.
54. Cedillo VJ. Factor C en operatoria dental. *Revista ADM* 2010; 67(2): 83-87
55. Ralph H, Esquivel J. Resinas para restauraciones. En: Kenneth J. Anusavice La ciencia de los materiales dentales de Phillips. 11<sup>a</sup>.ed. Madrid, España: Elsevier; 2004. pp 399-415
56. Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Polimerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dent Mat*. 2005; (21): 1150-1157.
57. La Macorra C, Gomez- Fernandez S. Quantification of the configuration factor in class I and II cavities and simulated cervical erosions. *Eur J Prosthodont*. 1996;4(1):29-33
58. Wolfgang W, Christoph T, Rainer G. Composites de Silorano. *Dent Mater* 2005; 21:68-74
59. Alb C y cols. In vitro testing of an experimental dental composite resin and adhesive system. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi*. 2010 Jan-Mar; 114(1):227-32.
60. Majeed A, Osman YI, Al-Omari T. Microleakage of four composite resin systems in class II restorations. *SADJ*. 2009 Nov;64(10):484-8.
61. Baig MM, Mustafa M, Al-Jeaidi ZA, Al-Muhaiza M. Microleakage evaluation in restorations using different resin composite insertion techniques and liners in preparations with high c-factor – An in vitro study. *Riad, Arabia*

Saudita: Dept. of Conservative Dental Sciences, College of Dentistry,  
Salman Bin Abdulaziz University; 2012 Dec. 14.

62. Domínguez R, Corral D, Bader M. Análisis comparativo in vitro del grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material monoincremental (Tetric n-cerambulkfill), y uno convencional (Tetric n-ceram). Revista Dental de Chile. 2015; 106 (1) 15-19
  
63. Wendy S. Medición de la microfiltración presente en restauraciones clase II mesio-oclusales en piezas dentales posteriores extraídas; obturadas con Resina Compuesta universal y Resina Compuesta Bulk [Internet]. Mayo 2015. Universidad de San Carlos de Guatemala; 2015. [cited 2016 Jan 10]. Available from: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/514/1/SolaresV%C3%A1squez.pdf>
  
64. Hoshand T y cols. Marginal leakage and microhardness evaluation of lowshrinkage resin-based restorative material. Gen Dent, 2013. 61(1):46-50.
  
65. Heintze SD, Monreal D, Peschke A. Marginal Quality of Class II Composite Restorations Placed in Bulk Compared to an Incremental Technique: Evaluation with SEM and Stereomicroscope. Journal of AdhesiveDentistry. Apr. 2015;17(2):147-54.
  
66. Bader M, Astorga C y col. Biomateriales Dentales Propiedades Generales. Tomo I. Primera edición. Santiago: U. de Chile. 1996.
  
67. Dowd FJ. Saliva and dental caries. Dent Clin North Am. 1999; 43(4):574-97.

## ANEXO N°1

### FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

TITULO DE LA INVESTIGACION:

**“Análisis comparativo in vitro del sellado marginal logrado con una de resina compuesta convencional con técnica incremental y un nuevo material mono-incremental.”**

Se me ha explicado el propósito de esta investigación, los procedimientos, los riesgos, los beneficios y los derechos que me asisten (o a mi hijo/hija, familiar o representado) y que me puedo retirar (o a mi hijo/hija, familiar o representado) de ella en el momento que lo desee. Firmo este documento voluntariamente, sin ser forzado/forzada a hacerlo.

Yo autorizo al investigador responsable, y sus colaboradores, a acceder y usar las piezas dentarias que necesito extraerme para el propósito de esta investigación.

Al momento de la firma, se me entrega una copia firmada de este documento.

---

**PARTICIPANTE (O PADRE,  
MADRE O REPRESENTANTE)**

Nombre, firma y fecha

---

**INVESTIGADOR**

Nombre, firma y fecha