



UNIVERSIDAD  
**Finis Terrae**  
VINCE IN BONO MALUM

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA INTERFACE DIENTE-  
RESTAURACIÓN Y LA FILTRACION MARGINAL DE LA RESINA  
COMPUESTA CONVENCIONAL TETRIC N CERAM® Y LA RESINA  
COMPUESTA MONOINCREMENTAL TETRIC N CERAM® BULK  
FILL**

SIMÓN OSSA GUZMÁN  
MANUEL RAMOS GONZÁLEZ

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  
2013

***Agradezco a mi docente de Tesis de Grado, Dr. Marcelo Bader por el apoyo, experiencia y formación que me brindó en esta última etapa de mi carrera profesional.***

***A mi compañero de tesis, Manuel Ramos, por la ayuda y trabajo mutuo en este desafío.***

***A Soledad Gramer, por haberme ayudado en los inicios de formulación del proyecto.***

***Gracias.***

***Agradezco y dedico esta tesis a mis padres, por su comprensión, tiempo, motivación, financiamiento y apoyo que me han entregado para lograr cada una de mis metas.***

***Muchas Gracias.***

***A mis padres quienes me dieron la vida, educación, consejos y me brindaron constante apoyo en todo momento, depositando su entera confianza, sin importar la meta a vencer, sin dudar de mis capacidades, siempre motivando mi formación académica. Fueron y seguirán siendo mi ejemplo a seguir. Hicieron que verdaderamente creyera en mí, gracias por su amor y comprensión. Gracias a ustedes hoy me encuentro en este importante punto de mi vida y les debo gran parte de lo que soy. Los amo.***

***Al resto de mi familia: Mis hermanas, en especial Noelbis, otro ejemplo y motor fundamental a seguir y continuar sus pasos dentro de la carrera, mis abuelos, mis tíos, primos y cuñado.***

***A mi amigo y compañero de tesis Simón Ossa, por la colaboración y entrega en este arduo trabajo que emprendimos juntos.***

***A mis amigos.***

***Al Dr. Marcelo Bader por su enorme disposición, motivación y personalidad inspiradora de confianza, gracias por la gran ayuda brindada en la etapa culmine de mi carrera.***

## ÍNDICE

• RESUMEN.....	
• INTRODUCCIÓN.....	1
• MARCO TEÓRICO.....	3
• HIPÓTESIS.....	22
• OBJETIVO GENERAL.....	23
• OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
• MATERIAL Y MÉTODO.....	25
• RESULTADOS.....	32
• ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	45
• DISCUSIÓN.....	50
• CONCLUSIÓN.....	55
• BIBLIOGRAFÍA.....	56

## **RESUMEN**

### **INTRODUCCIÓN**

Se realizó un estudio comparativo in vitro al microscopio electrónico de barrido con el objetivo de analizar y evaluar si existen diferencias en el grado de sellado marginal, logrado en restauraciones realizadas con Tetric N-Ceram® Bulk Fill y Tetric N Ceram® convencional.

### **METODOLOGÍA**

Para realizar la medición, se utilizaron 35 molares recientemente extraídos en los cuales se realizaron 2 preparaciones cavitarias, una mesial y otra distal de dimensiones de 3mm de ancho vestibulo palatino, 4mm de altura, y 3mm de profundidad, manteniendo su pared cervical sobre el límite amelocementario. Se obturaron las preparaciones cavitarias mesiales con la resina compuesta Tetric N Ceram ® Bulk Fill con técnica monoincremental y las preparaciones distales con la resina compuesta Tetric N Ceram ® convencional con técnica incremental.

De los 35 molares sanos, a 5 se les realizaron pruebas de adaptación marginal, a los cuales se les realizaron cortes sagitales para analizarlos en microscopía electrónica de barrido, y así observar su adaptación marginal; a los 30 restantes pruebas de filtración marginal, los cuales fueron sometidos a un régimen de termociclado de 100 ciclos entre 5° C y 60°C. Esto se observó en microscopio óptico con aumento de lupa con una grilla graduada para establecer el grado de penetración del colorante.

### **RESULTADOS**

Los resultados obtenidos fueron expresados en porcentajes y analizados estadísticamente. El valor promedio de filtración para la técnica monoincremental con la resina compuesta Tetric N-Ceram ® Bulk Fill fue de 38,52% y el valor promedio de para la técnica incremental con la resina compuesta Tetric N Ceram ® fue de 41,41%. Al microscopio electrónico de barrido se observó la presencia de zonas de brecha

marginal y burbujas en ambas restauraciones y zonas de material sin polimerizar en el grupo de la resina compuesta Tetric n Ceram ® Bulk Fill.

## **CONCLUSIÓN**

Se puede deducir mediante los análisis descriptivos y estadísticos que no hay una diferencia significativa clínica entre ambas técnicas y materiales restauradores a la hora de tomar una decisión para realizar una restauración Clase II, en la obtención de éxito clínico.

## **INTRODUCCIÓN**

Desde el inicio de la humanidad la cavidad bucal no ha estado libre de problemas. Diversas patologías han afectado este territorio dañando tanto tejidos dentarios como sus tejidos adyacentes.

La realización de restauraciones dentales nace como solución a la pérdida del tejido dentario, ya sea por procesos patológicos o traumáticos, donde el principal factor causal es la caries dental. <sup>(1, 2, 3)</sup>

La caries dental es definida como una enfermedad infecciosa, contagiosa, multifactorial, polimicrobiana, localizada y de tipo crónica que afecta los tejidos duros del diente, causada por ácidos orgánicos provenientes de la fermentación microbiana de los carbohidratos de la dieta. <sup>(4)</sup>

Sin embargo, existe una declinación y los diferentes factores que inciden en ello son los cambios alimenticios como el menor consumo de azúcar, mayor uso de fluoruros y conciencia en los hábitos de higiene. <sup>(4)</sup>

En el intento de recuperar las funciones que tenía la pieza dentaria en su condición previa, se han desarrollado diferentes técnicas restauradoras. En concordancia con dichos cambios, la preparación dentaria para recibir al material restaurador ha sufrido múltiples variaciones. Ello incluye desde los conceptos instaurados por G.V Black a fines del siglo XIX hasta la modernidad, cuando las preparaciones retentivas fueron dejadas en un segundo plano, reemplazadas por una técnica adhesiva gracias a la aparición de nuevos materiales, que posibilitan retener las restauraciones sin la necesidad de configurar retenciones macroscópicas. <sup>(3,5,6)</sup>

Uno de ellos son las resinas compuestas, las que son de gran uso en la odontología restauradora actual. Sin embargo, ellas no se encuentran exentas de problemas y limitaciones. Uno de los problemas más importantes y que generan

más repercusiones es la contracción de polimerización, la cual podría generar filtraciones marginales y falta de sellado marginal.

Para compensar todo esto se requiere de un sistema de adhesión y una técnica de restauración de manera incremental en las preparaciones cavitarias a obturar con este material. Esta última, aunque está demostrado que optimiza el sellado marginal y disminuye la filtración, es una técnica que enlentece el trabajo del odontólogo y posibilita la aparición de burbujas entre cada incremento.

Actualmente, existen en el mercado las resinas compuestas mono-incrementales, alguna de las cuales al aplicarles vibración ultrasónica, se fluidifican y así facilitan su adaptación a las paredes cavitarias, lo que sumado a una baja contracción de polimerización les permitirían un gran sellado marginal; esta es la resina compuesta SonicFill™. Además, al poder trabajarlas en un solo incremento, permite modelar la restauración con una mejor anatomía, reduce la posibilidad de aparición de burbujas interiores entre los incrementos y necesita menos cantidad de tiempo clínico operatorio para confeccionar la restauración. <sup>(7)</sup>

Actualmente se ha sumado al material anterior una nueva resina compuesta de técnica mono-incremental que no utiliza Ultrasonido, lo que vendría a simplificar aún más la técnica y los costos asociados al material anterior.

Se trata de Tetric N-Ceram® Bulk Fill (Ivoclar Vivadent), un material nanohíbrido de alta carga de relleno y cuyo único cambio con respecto a su antecesor (Tetric N-Ceram®), utilizado con técnica incremental, es el fotoiniciador. Sin embargo, si bien el fotoiniciador permite mayor profundidad de curado, queda la duda de cómo se disipan las tensiones generadas durante la contracción.

Es por ello que el objetivo de este estudio fue determinar si el sistema Tetric N-Ceram® Bulk Fill obtiene un adecuado sellado marginal de las restauraciones comparándose con su antecesor Tetric N-Ceram® curado con técnica incremental.

## MARCO TEÓRICO

La principal función de la odontología es mantener la integridad del sistema estomatognático, pero una vez que este sistema se ve alterado, es necesario recurrir a diferentes procedimientos que permitan recuperar el equilibrio del sistema.<sup>(6)</sup>

La operatoria dental es la disciplina que enseña a prevenir, diagnosticar y curar enfermedades y/o restaurar lesiones, alteraciones o defectos que puede sufrir un diente, para devolver su forma, su estética y su función, dentro del aparato masticatorio y en armonía con los tejidos adyacentes.<sup>(6)</sup>

A lo largo del siglo pasado, la caries ha sido predominantemente tratada según un modelo quirúrgico restaurador, que incluía el diagnóstico de las cavidades producidas por la caries, seguido de la remoción de tejido cariado y la confección de restauraciones. Se estableció una forma mecanizada, como si se fuera a tratar una enfermedad infectocontagiosa, es decir, todos los pacientes eran tratados de la misma manera.

En función del desarrollo del conocimiento científico referido al proceso dinámico de la caries, sobre todo en las últimas décadas, el profesional pasó a tener más opciones, lo que le permite la elaboración de un diagnóstico más preciso.<sup>(8)</sup>

Así la odontología ha ido perfeccionando sus formulaciones en el tiempo mejorando las propiedades de sus materiales integralmente, para lograr acercarse a las características ideales del material restaurador, dentro de las cuales podemos destacar: armonía óptica, adhesión química a las estructuras dentarias, biocompatibilidad, fácil manipulación, reacción de endurecimiento sin cambios dimensionales, ser insolubles en el medio bucal, poseer adecuada resistencia mecánica, durabilidad, capacidad para sellar los márgenes de la restauración, y que libere agentes remineralizantes o antibacterianos.<sup>(9,10)</sup>

Para lograr la rehabilitación de las piezas dentarias afectadas por esta patología se cuenta con numerosos biomateriales, dentro de los que encontramos materiales de restauración directos e indirectos, y el odontólogo es quien tiene la responsabilidad de

la elección de este material para cada caso de acuerdo al diagnóstico. Dentro de los materiales plásticos de restauración directa podemos encontrar, materiales metálicos como las Amalgamas de uso dental, cerámicos como los cementos de Ionómero Vítreo, y materiales combinados constituidos por las Resinas Compuestas, las cuales, para poder fijarlas al tejido dentario, requieren de acondicionar el sustrato, y así lograr la adhesión necesaria para su retención.<sup>(11,12)</sup>

En el año 1955 Buonocore propuso el tratamiento de la superficie del esmalte con ácido fosfórico (originalmente al 85%) para promover la adhesividad adamantina; aplicando así por primera vez en la odontología esta práctica.<sup>(12,13)</sup>

Tal procedimiento se caracteriza por revertir la poca o casi nula adhesividad del esmalte, dotándolo de un favorable potencial adhesivo en superficie, como resultado de un proceso desmineralizador. Esta acción le confiere a la superficie del esmalte una particular porosidad, utilizando esto para la microretención del material restaurador.<sup>(12,14)</sup>

La historia de la adhesión dental relata que el trabajo de Buonocore permaneció inadvertido prácticamente durante 2 décadas, esto puede deberse a que el material (resinas acrílicas) se encontraba bajo la sombra del, en ese entonces muy utilizado, cemento de silicato, a causa de la principal limitación de las resinas acrílicas (Contracción de polimerización). Por ello, el grabado ácido adquirió vigencia solamente cuando aparecieron nuevos materiales poliméricos que prontamente se hicieron conocidos como resinas compuestas dentales. La idea precursora se le adjudica a KNOCK y GLENN , quienes en 1951 con fines odontológicos propusieron incorporar partículas cerámicas de relleno a las resinas. A partir de tal propuesta, Rafael Bowen patentó en 1962 su célebre resina BIS-GMA (producto de reacción de un Bisfenol y el metacrilato de glicidilo) o simplemente, la fórmula de Bowen, de esa manera se dió inicio al desarrollo rápidamente de dichos de materiales poliméricos capaces de adherirse al diente.<sup>(13)</sup>

### Adhesión a las estructuras dentarias:

- *Esmalte:*

El grabado ácido del esmalte permite obtener valores predecibles y elevados de adhesión con las resinas compuestas. Desde hace más de 30 años se comenzó a utilizar la técnica del grabado ácido que da resultados clínicos muy positivos. <sup>(14)</sup>

El esmalte es una estructura avascular, aneuronal y acelular. Es el tejido de mayor contenido mineral que se conoce. En su composición química, el ordenamiento interno de todos sus componentes lo hace ser la estructura biológica más densa del cuerpo humano. Debido a su alto contenido mineral, el esmalte es bastante duro, propiedad que le permite soportar las fuerzas mecánicas aplicadas durante el funcionamiento dentario. Sin embargo esta dureza, comparable a la del acero liviano, hace que este tejido sea frágil, necesitando una capa subyacente de dentina, más elástica, para mantener su integridad. <sup>(15)</sup>

La composición del esmalte está dada en un 94% a un 98% por material inorgánico de calcio y fosfato, siendo la hidroxiapatita el principal componente; posee muy poca materia orgánica: 1%, y agua en un 2 a 3%. <sup>(16,17)</sup>

Los ácidos aplicados sobre el esmalte cambian la superficie del mismo, que es de baja energía superficial, de casi 72 dinas/cm, osea 2 veces más que el esmalte sin grabar, lo que permite recibir y retener un adhesivo en el mismo. El grabado ácido disuelve la hidroxiapatita de la superficie adamantina y deja expuesto un esmalte capaz de atraer a la resina del adhesivo. <sup>(18)</sup>

Al grabar la superficie del esmalte con ácido ortofosfórico al 37% durante 15 segundos se forman unos microporos por los que puede penetrar una resina poco viscosa sin relleno hasta una profundidad de 30-50 um. Al polimerizar la resina la unión formada es bastante resistente y puede soportar una fuerza de corte de sobre 20 MPa. <sup>(19)</sup>

- *Dentina:*

Por sus características histológicas distintas del esmalte, la adhesión es controvertida. Es un tejido menos mineralizado que el esmalte. Contiene un 18% de sustancia orgánica, 12% de agua, 70% de sustancia inorgánica. <sup>(20)</sup>

Está compuesta por túbulos dentinarios, rodeados por una capa de dentina hipermineralizada denominada dentina peritubular, e inmersos en una matriz dentinaria llamada intertubular, compuestas por fibras colágenas, hidroxiapatita, proteoglicanos, glicosaminoglicanos, y otros. <sup>(20)</sup>

Aproximadamente el 70% del peso de la dentina está mineralizado por cristales de hidroxiapatita. <sup>(21)</sup>

Pero lo más importante para la adhesión es la consideración de la sustancia orgánica constituida casi totalmente (en un 90%) por colágeno y el resto por proteínas, lípidos y polisacáridos. <sup>(22)</sup>

Al tratar la superficie de dentina con un ácido se logra eliminar parte de los cristales de hidroxiapatita, dejando la matriz de colágeno expuesta. Este colágeno no es tan favorable para la adhesión como los prismas de esmalte, en los cuales si se puede conseguir adhesión mecánica microscópica. Por lo tanto hubo que buscar otro tipo de adhesión específica-química para resolver esta situación, que por un lado interactuara con las resinas compuestas, y también, con los componentes de la estructura dentaria. <sup>(23)</sup>

Luego de realizada la preparación dentaria, se forma una capa de detritus constituida por restos de diente, bacterias, materiales rotatorios, la cual obstruye la entrada de los tubulos dentinarios, esta es conocida como barro dentinario. Se consideró que este barro dentinario debe ser acondicionado o removido previamente a la utilización del agente adhesivo, para ofrecer una mejor resistencia a la microfiltración. <sup>(24)</sup>

Con respecto a los distintos tipos de morfología dentinaria, y considerando que muchos de los dientes que van a ser restaurados con resinas, presentan dentina

esclerótica, debemos considerar que esta tiene áreas hipermineralizadas que se graban por el ácido, pero son zonas donde la resina adhesiva no penetra; esta ausencia de Tags hace que se logre una adhesión más débil. Es menos receptiva a los adhesivos dentinarios y se demostró que la zona de interdifusión, capa híbrida, que se genera, es más pequeña con respecto a la dentina normal. <sup>(25-26)</sup>

Van Meerbeek y cols. (en 1998) aconsejaron realizar un desgaste de la superficie dentinaria para exponer porciones más internas y menos escleróticas de la misma. <sup>(27)</sup>

Es por esto que el desafío de la odontología restauradora desde hace mucho tiempo, ha sido crear materiales que logren una mejor adhesión a la superficie dentaria, siendo el material creado por Bowen la base de todos los materiales dentales comúnmente denominados resinas compuestas dentales o tan solo resinas compuestas o resinas reforzadas, las cuales han ido evolucionando en la búsqueda de los resultados más predecibles. <sup>(28)</sup>

Las resinas compuestas se definen como un material de estructura heterogénea, producto de la combinación tridimensional de dos materiales químicamente diferentes unidos por una interfase. <sup>(29)</sup> Es decir, consiste en la combinación de una fase orgánica o matriz polimerizable, con una fase inorgánica, o de relleno, unidas entre sí por un agente de enlace o acoplamiento, que corresponde a una cubierta de Silano que envuelve las partículas de relleno permitiendo la unión. Posee además otros aditivos menores que se incluyen para mejorar sus propiedades, apariencia y durabilidad. <sup>(30)</sup>

Debido a su mayor peso molecular, la contracción que se generaba al polimerizar era menor. <sup>(31,32)</sup>

Las Resinas compuestas están conformadas principalmente por 3 grandes componentes, como son:

## Matriz Resinosa

Esta constituida por monómeros de dimetacrilato alifáticos u aromáticos. El monómero base más utilizado durante los últimos 30 años ha sido el Bis-GMA (Bisfenol-A- Glicidil Metacrilato). Comparado con el metilmetacrilato, el BisGMA tiene mayor peso molecular lo que implica que su contracción durante la polimerización es mucho menor, además presenta menor volatibilidad y menor difusividad en los tejidos.<sup>(33)</sup> Sin embargo, su alto peso molecular es una característica limitante, ya que aumenta su viscosidad, pegajosidad y conlleva a una reología indeseable que comprometen las características de manipulación. Además, en condiciones comunes de polimerización, el grado de conversión del Bis-GMA es bajo.<sup>(34)</sup> Para superar estas deficiencias, se añaden monómeros de baja viscosidad tales como el TEGDMA (trietilenglicol dimetacrilato). Actualmente el sistema Bis-GMA/TEGDMA es uno de los más usados en las resinas compuestas.<sup>(35)</sup> En general este sistema muestra resultados clínicos relativamente satisfactorios, pero aún hay propiedades que necesitan mejorarse, como la resistencia a la abrasión.<sup>(36)</sup>

Por otro lado, la molécula de Bis-GMA, tiene dos grupos hidroxilos los cuales promueven la sorción de agua. Un exceso de sorción acuosa en la resina tiene efectos negativos en sus propiedades y promueve una posible degradación hidrolítica.<sup>(37)</sup>

Actualmente, monómeros menos viscosos como el Bis-EMA6 (Bisfenol A Polietileno glicol dieter dimetacrilato), han sido incorporados en algunas resinas, lo que causa una reducción de TEGDMA. El Bis-EMA6 posee mayor peso molecular y tiene menos uniones dobles por unidades de peso, en consecuencia produce una reducción de la contracción de polimerización, confiere una matriz más estable y también mayor hidrofobicidad, lo que disminuye su sensibilidad y alteración por la humedad.<sup>(38)</sup>

Otro monómero ampliamente utilizado, acompañado o no de Bis-GMA, es el UDMA (dimetacrilato de uretano), su ventaja es que posee menos viscosidad y mayor flexibilidad, lo que mejora la resistencia de la resina.<sup>(39)</sup> Las resinas compuestas basadas en UDMA pueden polimerizar más que las basadas en Bis-GMA<sup>(40)</sup>, sin embargo, Soderholm y col.<sup>(41)</sup> indicaron que la profundidad de curado era menor en

ciertas resinas compuestas basadas en UDMA debido a una diferencia entre el índice de refracción de luz entre el monómero y el relleno.

### Partículas de relleno

Son las que proporcionan estabilidad dimensional a la matriz resinosa y mejoran sus propiedades. La adición de estas partículas a la matriz reduce la contracción de polimerización, la sorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica, proporcionando un aumento de la resistencia a la tracción, a la compresión y a la abrasión, aumentando también el módulo de elasticidad (Rigidez).<sup>(42)</sup>

Las partículas de relleno más utilizadas son las de cuarzo o vidrio de bario, sílice, sílice pirolítica, vidrio de borosilicato, silicatos de litio y fluoruro de bario y son obtenidas de diferentes tamaños a través de diferentes procesos de fabricación (pulverización, trituración, molido). Las partículas de cuarzo son dos veces más duras y menos susceptible a la erosión que el vidrio, además de que proporcionan mejor adhesión con los agentes de conexión (Silano). También son utilizadas partículas de sílice de un tamaño aproximado de 0,04mm (micropartículas), las cuales son obtenidas a través de procesos pirolíticos (quema) o de precipitación (sílice coloidal).<sup>(43)</sup>

La tendencia actual es la disminución del tamaño de las partículas, haciendo que la distribución sea lo más cercana posible, en torno a 0.05  $\mu\text{m}$ .<sup>(44)</sup>

Es importante resaltar que cuanto mayor sea la incorporación de relleno a la matriz, mejor serían las propiedades de la resina, ya que, produce menor contracción de polimerización y en consecuencia menor filtración marginal, argumento en el cual se basa el surgimiento de las resinas condensables.<sup>(45)</sup>

Sin embargo, tan importante como la contracción de polimerización, es la tensión o el estrés generado por la contracción de polimerización, o sea, la relación entre la contracción de la resina, su módulo de elasticidad (rigidez) y la cantidad de paredes o superficies dentarias a unir (Factor C). Con esto, las resinas con altísima

incorporación de relleno acaban contrayendo menos, pero causando mayor estrés de contracción lo que conlleva a mayor filtración, por ser demasiado rígidas.<sup>(46)</sup>

### Agente de conexión o de acoplamiento

Durante el desarrollo inicial de las resinas compuestas, Bowen<sup>(47)</sup> demostró que las propiedades óptimas del material, dependían de la formación de una unión fuerte entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica. La unión de estas dos fases se logra recubriendo las partículas de relleno con un agente de acoplamiento que tiene características tanto de relleno como de matriz. El agente responsable de esta unión es una molécula bifuncional que tiene grupos silanos (Si-OH) en un extremo y grupos metacrilatos (C=C) en el otro. Debido a que la mayoría de las resinas compuestas disponibles comercialmente tienen relleno basado en sílice, el agente de acoplamiento más utilizado es el silano.<sup>(48)</sup>

El silano que se utiliza con mayor frecuencia es el  $\gamma$ - metacril-oxipropil trimetoxi-silano (MPS), éste es una molécula bipolar que se une a las partículas de relleno cuando son hidrolizados a través de puentes de hidrógeno y a su vez, posee grupos metacrilatos, los cuales forman uniones covalentes con la resina durante el proceso de polimerización ofreciendo una adecuada interfaz resina / partícula de relleno.<sup>(49)</sup>

Asimismo, el silano mejora las propiedades físicas y mecánicas de la resina compuesta, pues establece una transferencia de tensiones de la fase que se deforma fácilmente (matriz resinosa), para la fase más rígida (partículas de relleno). Además, estos agentes de acoplamiento previenen la penetración de agua a través de la interface BisGMA / Partículas de relleno, promoviendo una estabilidad hidrolítica en el interior de la resina.<sup>(50)</sup>

Se han experimentado otros agentes tales como el 4-META, varios titanatos y zirconatos, sin embargo ninguno de estos agentes demostró ser superior al MPS.<sup>(51)</sup>

Los avances en la tecnología de silanización se preocupan más que nada en obtener un recubrimiento uniforme de la partícula de relleno lo cual provee mejores propiedades a la resina compuesta. Para lograr este recubrimiento uniforme, los

fabricantes utilizan diferentes formas de cubrimiento y recubren hasta tres veces la partícula de relleno.<sup>(52)</sup>

Además de la matriz, del relleno y del agente de unión, también forman parte de la resina compuesta otros agentes tales como:

- Monómeros que disminuyen la viscosidad del material y facilitan su manipulación, como por ejemplo, el TEGDMA.
- Inhibidores de la polimerización para prolongar la vida útil, previniendo el endurecimiento espontáneo del material durante el período de almacenamiento.
- Iniciadores y aceleradores que se combinan para producir radicales libres que inician la reacción de polimerización.
- Pigmentos, para dar las distintas tonalidades al material restaurador.
- Modificadores y opacificadores para controlar el color y la translucidez.<sup>(31)</sup>

A pesar que todos estos componentes parecen ser universales para todas las resinas compuestas, existen distintas formas de clasificar este material, que principalmente será de acuerdo al tamaño de su partícula de relleno:

Tipos de resinas compuestas:

- I. **Resinas compuestas tradicionales o de macrorelleno:** Estas corresponden a la primera generación de resinas compuestas, llamada también de macropartículas o convencionales. Se caracterizan por la presencia de grandes partículas inorgánicas preparadas por trituración con tamaños que van de 1 a 100 micrómetros.<sup>(53)</sup>

Las partículas presentaban formas poliédricas irregulares, aunque luego se intentó redondear los ángulos de ellas para evitar principalmente las grietas y cortes en la superficie de la restauración y así mejorar la unión de la partícula con el agente silánico, con ello se redujo el tamaño de las

partículas a un rango entre 1 y 35 micrómetros. La carga inorgánica de estas resinas les confería la capacidad de reducir la contracción de polimerización y aumentar la resistencia mecánica.

El gran problema que presentaban estos materiales era que al momento de realizar el pulido final de la restauración, se generaba una superficie irregular que provocaba retención de microorganismos y también cuando se aplicaban cargas, el estrés en el material producía que las partículas se desalojaran y se formaran poros. Debido a estas características, estos materiales no tuvieron el éxito esperado, ya que por sus problemas estéticos importantes no tenían un buen resultado a largo plazo. Al ver estos problemas se desarrollaron materiales con tamaños de partículas más finas. <sup>(53)</sup>

II. **Resinas Compuestas de Partículas Finas:** En estas se buscaba disminuir el tamaño de las partículas logrando uniformidad entre 0.5 y 10 micrones, con esto se logró mejorar la textura superficial pero no tuvieron un resultado estético y funcional óptimo. <sup>(53)</sup>

III. **Resinas Compuestas de Micropartículas o microrellenas:** estas fueron desarrolladas buscando mejorar el resultado estético, mediante la capacidad de ser pulidas. El material de relleno usado en estas resinas fue el dióxido de silicio, el cual es obtenido químicamente mediante hidrólisis y precipitación, consiguiéndose partículas muy finas con un tamaño variable entre 0.07 y 0.14 micrones, aunque las más comunes son de tamaño de partícula de 0.04 micrones.

El dióxido de silicio pirogénico tiene un efecto reforzador que aumenta la viscosidad de la matriz lo cual limita el porcentaje de materia inorgánica que se le puede agregar a la matriz resinosa. Para mejorar este inconveniente, el dióxido de silicio que se agrega es de tipo de resina prepolimerizada existiendo variadas formas para la obtención de estas

partículas. Una forma es obtenerlo reemplazando relleno y matriz, fotopolimerizándola bajo presión y temperatura, y luego moler el material restante obteniéndose partículas de tamaño entre 35 a 55 micrones <sup>(54)</sup>. Estos composites estarán indicados en zonas estéticas que requieren alto pulido y que son sometidos a baja carga, ya que tienen buena textura superficial, color estable, poco desgaste y gran capacidad para ser pulidos.

A estos composites de partículas muy pequeñas, 0.07 micrones, si se les agrega trifluoruro de iterbio pueden actuar de forma similar a los vidrio ionómeros liberando flúor de forma lenta dándoles capacidad anticariogénica, sin embargo, al tener poca cantidad de relleno no tienen buenas propiedades mecánicas, comparadas con las que tienen partículas un poco más grandes.

IV. **Resinas Compuestas Híbridas o Blend:** Este sistema contiene a diferencia de los grupos antes mencionados, dos tipos de rellenos, macropartículas optimizadas y micropartículas, cuyos tamaños van desde los 0.04 las de microrelleno a un rango de 1 a 15 micrones las de macrorelleno.

Lo que se intentó obtener con esta mezcla de rellenos inorgánicos eran las características mecánicas de los macrorelleno y las ópticas de los microrelleno. Esto dio como resultado un composite con mejor resistencia al desgaste, con coeficiente de expansión similar a los de macrorelleno, buenas propiedades físicas y un pulido intermedio entre los de macro y microrelleno <sup>(53)</sup>.

Asimismo, según Nagem Filho, estas se pueden subdividir en resinas híbridas de partículas medianas, con tamaños que van desde los 5 a 15 micrones y en resinas híbridas de partículas pequeñas con tamaños de grano de 1 a 5 micrones <sup>(54)</sup>.

Si la indicación clínica está dada en una zona de mayor stress oclusal debiera recomendarse dentro de este grupo, las que tengan un porcentaje elevado de relleno ya que por su alta densidad inorgánica poseen mejor resistencia a la fractura y disminuye el índice de deformación. <sup>(55)</sup>

V. **Resinas Compuestas Microhíbridas:** Fueron desarrolladas con el fin de lograr una optimización de las resinas compuestas híbridas, en cuanto a sus características de pulido, resistencia al desgaste y mejor comportamiento mecánico. Incluyen dentro de su composición los dos tipos de partículas de las resinas compuestas híbridas, pero con un tamaño máximo que no supera los 3 micrones, con un promedio inferior al micrón, que varía entre los 0.4 y los 0.9 micrones, dependiendo del fabricante. Esto le confiere la capacidad de agregar un mayor porcentaje de relleno y en consecuencia una menor cantidad de matriz orgánica, lo que les otorga una menor contracción de polimerización y un menor coeficiente de expansión térmica y de retención de agua.

Debido a su buena capacidad de pulido tienen mejor comportamiento estético, estabilidad del color y buena resistencia al desgaste y fractura <sup>(55,56)</sup>.

VI. **Resinas Compuestas de Nanorelleno:** Estas son resinas compuestas con partículas de relleno más pequeñas que las anteriores. En la actualidad se han desarrollado sistemas de resinas compuestas con partículas de relleno que van de los 0.02 a los 0.075 micrones. Estos sistemas tienen una buena resistencia al desgaste gracias al tipo de relleno de estroncio vítreo que poseen. Este relleno nanométrico genera un pulido de larga duración de la resina compuesta, manteniendo las propiedades de resistencia mecánica.

La disminución del tamaño de las partículas, permite realizar un condensado de partículas de nanorelleno denominado “nanocluster” con

lo cual disminuye el porcentaje de matriz orgánica y por lo tanto, la contracción de polimerización <sup>(56)</sup>.

VII. **Resinas Compuestas Nanohíbridas:** Cuando se combinan nanopartículas con partículas de tamaño promedio 0,7  $\mu\text{m}$  en un mismo composite, éste se denomina composite nanohíbrido. Las partículas de nanorelleno son muy pequeñas y el espacio entre ellas es muy reducido con lo que se protege u oculta la matriz polimérica, debido a esto, estas resinas tendrían una resistencia al desgaste mucho mayor, entregando así, mayor fineza en el pulido <sup>(55,56)</sup>. Actualmente son las más utilizadas.

La polimerización es la transformación de monómeros en polímeros. Hasta que se produce esta reacción, los monómeros se encuentran equidistantes, a 4nm entre sí; con la polimerización se reacomodan, y la distancia entre ellos disminuye 3 veces <sup>(57)</sup>, esto en el caso de las resinas polimerizadas por luz, ya que existen tres formas de activación de polimerización de las resinas compuestas, estas son:

#### 1. Activación Química:

Se presentan en dos pastas, conocidas como base y catalizador. La base contiene el iniciador o peróxido de benzoilo y el catalizador posee el activador o amina terciaria aromática. Las dos pastas se mezclan, la amina actúa como donante de electrones que reacciona con el peróxido de benzoilo y forman un radical libre. Los radicales libres se producen por los agentes iniciadores, los que son moléculas con enlaces relativamente débiles. La descomposición del Peróxido de Benzoilo se produce por acción química, térmica o lumínica.

#### 2. Activación por luz:

El iniciador es la canforoquinona, sustancia que al absorber la luz en un rango de 470 nm, activa una amina alifática la que desencadena el proceso de la polimerización. La amina alifática normalmente es de color amarillo, coloración que desaparece al terminar completamente la polimerización. <sup>(58)</sup>

### 3. Activación por calor:

Se utiliza la temperatura con presión para evitar la porosidad del material y aumentar sus propiedades mecánicas en un 60 a 70%; especialmente si se somete a una temperatura entre 120 a 123°C durante 5 minutos. Se ha observado que la resistencia del material, especialmente en las caras oclusales en la zona de los contactos inter oclusales y de los contactos interproximales de los dientes posteriores, aumentó significativamente cuando se sometió a un tratamiento térmico. Por esta razón muchas de las compañías fabricantes de resinas compuestas de laboratorio optan por aplicarle un tratamiento con temperatura, después de realizar una polimerización con luz. <sup>(58)</sup>

En los tres tipos de activación de polimerización se produce un fenómeno que es común para ellas, cuando se produce el reordenamiento dimensional de monómeros durante la polimerización, inevitablemente se conduce hacia una contracción de volumen. Aunque la carga de alto relleno de una matriz de resina compuesta reduce significativamente la contracción de polimerización, las resinas compuestas actuales todavía se contraen 2,9 a 7,1 Vol. % durante la polimerización libre. <sup>(59)</sup>

La polimerización se divide en tres etapas:

1. **Etapas de Iniciación:** la molécula del iniciador (peróxido o dicetona, se energiza y se activa, formando radicales libres, lo que representa energía extra al sistema. Esta energía es transmitida a las moléculas de monómero, permitiendo el desdoblamiento del doble enlace del grupo terminal de los monómeros. Para lograr este efecto se requieren umbrales altos de energía, lo que, en el caso de los materiales fotoactivados, está representado por el tiempo de exposición a la luz. <sup>(60)</sup>
2. **Etapas de propagación:** corresponde a la reacción en cadena hasta que se agota el monómero, a una gran velocidad. Alcanzada esta etapa, ya no se requiere de energía extra al sistema y, por lo mismo, esta ya es independiente del aporte externo (como el de la fotoactivación). <sup>(60)</sup> La reacción en cadena de la polimerización comienza a partir de los radicales libres generados por los sistemas iniciadores; los que en las superficies de la restauración se combinan con el oxígeno, que los inhibe, dejando una

capa sin polimerizar, que se denomina capa inhibida, y que difiere según el material entre 10-20  $\mu\text{m}$ .<sup>(61)</sup>

3. **Etapas de Terminación:** ocurre cuando dos moléculas de polímero se transfieren la energía (acoplamiento directo), inactivándose mutuamente.<sup>(60)</sup>

La reacción de polimerización se acompaña siempre de dos fenómenos anexos a ella: uno es la exotermia, que se produce debido a que el material pasa de un estado de mayor a otro de menor energía, donde la diferencia energética entre ambos se libera calóricamente. El segundo fenómeno asociado a la polimerización es la contracción, que es el resultado del acortamiento de la distancia entre las moléculas del producto, ya que ellas deben aproximarse para poder reaccionar entre sí, disminuyendo el volumen total de la masa<sup>(60)</sup>

Cuando el material se polimeriza sin adhesión a ninguna estructura, se contrae libremente hacia su centro. Sin embargo, cuando este polimeriza adherido a las paredes cavitarias, se ve restringido en la posibilidad de contraerse libremente. Esta genera una tensión interna en el material, la cual, de no ser liberada adecuadamente se transmitirá al interfaz adhesivo diente restauración, la cual podría romperse generando una brecha marginal.<sup>(29)</sup>

Las tensiones generadas se compensan a expensas de las superficies libres del material, es decir, aquellas no adheridas a la pieza dentaria, lo cual sucede cuando el material se endurece pero todavía puede fluir. En la etapa post-gel, el material llega a un punto de rigidez que no puede deformarse, lo cual no podría transmitir el estrés generado a la interfaz adhesiva, con el consiguiente riesgo para generar una brecha diente restauración.

Es por ello que las tensiones generadas por procesos de contracción son importantes de tener en cuenta de acuerdo a la configuración de la preparación cavitaria o factor C.<sup>(62, 63)</sup>

El Factor C se define como el número de superficies adheridas y no adheridas de la resina compuesta en una cavidad preparada<sup>(64)</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 de la resina compuesta)<sup>(65)</sup>. Para entender el concepto será más fácil hacer una fórmula, que tendremos presente al realizar una obturación con resina: Factor C= superficie adherida/superficie libre. En el resultado final de una obturación es muy importante cómo colocar y polimerizar las resinas, de acuerdo a las paredes de la cavidad.

$$C = \frac{\text{Superficie total adherida}}{\text{Superficie total no adherida}^{(65)}}$$

La superficie libre de una restauración de resina compuesta actúa como reservorio de la deformación plástica en el comienzo de la polimerización.

Cuanto menor es la superficie libre y no adherida de una porción del material colocado en una preparación cavitaria, menor es la capacidad de fluir que tiene la resina.

Dada la tensión que se produce entre las superficies adheridas y no adheridas, deberán estar relacionadas a ellas la preparación cavitaria, el modo de preparación del material de obturación y su polimerización.<sup>(66)</sup>

Diferentes autores han utilizado la técnica incremental de restauración, para controlar la contracción de polimerización y posterior formación de brechas y filtración marginal. Es eficaz en cuanto aumenta la proporción de superficies de resina no adherida en relación a la superficie adherida.<sup>(67)</sup> Esta técnica consiste principalmente en incorporar pequeños incrementos de resina compuesta, no mayores a 2mm, con la intención de hacer polimerizar la restauración por parte, y así lograr niveles menores de stress que al introducirlo en un mono incremento.<sup>(68)</sup> Como hay limitación en las restauraciones de grandes volúmenes, dado que la profundidad de penetración de la luz está limitada, esta técnica da como resultado una menor contracción, por que la capacidad de relajación de flujos es mayor y permite ser utilizada para dirigir la contracción hacia las paredes de la cavidad. Con la técnica incremental, al reducir el

factor-C, disminuimos el riesgo de que la restauración se despegue en la interfaz diente-restauración.<sup>(69)</sup>

Hay distintas variantes de esta técnica incremental:

- Incrementos horizontales
- Incrementos oblicuos<sup>(70)</sup>
- Incrementos en pico de flauta: Cubriendo primero las paredes incluyendo la parte interna de la matriz.<sup>(71)</sup>
- Técnica de Bertolotti: que consiste en colocar una resina de autocurado en la pared gingival para reducir las tensiones a ese nivel, terminándose luego la restauración con resinas fotopolimerizables.<sup>(72)</sup>

Las distintas vías mencionadas anteriormente han logrado disminuir los efectos indeseados de la contracción de polimerización sobre la interfase adhesiva a niveles aceptables, pero no eliminando por completo el problema. Además sumando todos los pasos, constituye una técnica engorrosa utilizando tiempo clínico considerable en donde las posibilidades de error en cualquiera de las etapas son altas, lo que nos llevará a una restauración con sellado marginal deficiente traduciéndose en un fracaso clínico.<sup>(68)</sup>

Debido a esto surgen nuevos materiales que buscan simplificar la técnica para realizar restauraciones posteriores, ahorrando tiempo clínico y con mayor facilidad de uso, como por ejemplo, Sure Fill SDR (Dentsply), Venus (Kulzer), SonicFill™ (Kerr) y Tetric N-Ceram® Bulk Fill (Ivoclar Vivadent), teniendo como característica en común, la utilización de un monoincremento para su colocación.

El sistema SonicFill™ de Kerr utiliza una resina patentada con relleno elevado (83,5%) y modificadores especiales que reaccionan ante energía sónica. Al aplicar energía sónica a través de una pieza de mano, el modificador provoca una disminución de la viscosidad (de hasta un 87%), lo cual aumenta la fluidez del composite, lo que permite una colocación rápida y adaptación exacta a las paredes de la preparación en

un solo bloque. Cuando la energía sónica se detiene, el material recupera su viscosidad dándole las propiedades adecuadas para poder ser modelado y contorneado.<sup>(11)</sup>

Tetric N-Ceram® Bulk Fill simplifica costo y procedimiento. Se trata de una resina compuesta nanohíbrida de alto % de relleno, el cual puede ser colocado en preparaciones cavitarias en incrementos de hasta 4 mm. Se adapta suavemente a las paredes de la cavidad, y además se puede modelar sin sufrir la presión del tiempo. Todo el relleno se polimeriza por completo un ciclo de activación de 10 segundos.<sup>(69,70)</sup>

Tetric N-Ceram® Bulk Fill contiene los mismos componentes que Tetric N Ceram® convencional y por ello también exhibe las mismas propiedades de este producto. Su gran cambio es la molécula fotoiniciadora que en este material es el Ivocerin, el cual tiene la capacidad de activarse a una mayor profundidad.<sup>(69,70)</sup>

Para adaptar la composición al nuevo método de aplicación, se han incorporado varios componentes innovadores. Por ejemplo, el producto contiene un “inhibidor de la fotosensibilidad” para prolongar su tiempo de trabajo bajo la luz operatoria. Para asegurar una polimerización completa del material en sólo 10 segundos, esta resina compuesta contiene un “potenciador de polimerización”, un acelerador patentado, como parte del sistema del fotoiniciador. Además dice tener un “liberador de la tensión de contracción”, el cual minimizaría la contracción del volumen y la tensión de la contracción<sup>(69,70)</sup>. Sin embargo, al leer la composición química de este nuevo material en el “Data Sheet” publicado por el fabricante, no aparece ningún componente distinto al del material antecesor, de uso incremental, salvo el fotoiniciador, lo que genera dudas respecto de la real performance como material monoincremental.

Como no existe mayor diferencia con su antecesor en cuanto a su composición química, queda la duda de si realmente pueden alcanzarse los objetivos propuestos para este material.

Es decir, si es capaz de poder ser utilizado en un solo gran incremento de hasta 4 mm de profundidad, sin importar el efecto del factor C, es decir, generando un buen patrón de sellado marginal.

En virtud de lo anterior es que el presente estudio busca evaluar si existen diferencias en el grado de sellado marginal, logrado en restauraciones realizadas con Tetric N-Ceram® Bulk Fill y Tetric N Ceram® convencional.

## **HIPÓTESIS**

Existen diferencias en el grado de sellado marginal, logrado en restauraciones realizadas con Tetric N-Ceram® Bulk Fill y Tetric N Ceram® convencional.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar si existen diferencias en el grado de sellado marginal, logrado en restauraciones realizadas con Tetric N-Ceram® Bulk Fill y Tetric N Ceram® convencional.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el grado de sellado marginal de restauraciones realizadas con el sistema Tetric N-Ceram® Bulk Fill.
- Determinar el grado de sellado marginal de restauraciones realizadas con la resina compuesta convencional Tetric N-Ceram®.
- Analizar la interfaz diente/ restauración realizadas con el sistema Tetric N-Ceram® Bulk Fill.
- Analizar la interfaz diente/restauración realizada con la resina compuesta convencional Tetric N-Ceram®.
- Analizar comparativamente los resultados obtenidos.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

Este estudio comparativo fue realizado en el laboratorio de pre-clínico en la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae y en la Unidad de Microscopía Electrónica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

Para la realización de esta investigación se utilizaron 35 molares sanos recientemente extraídos de pacientes entre 18 a 23 años de edad, que fueron divididos en 2 grupos, un grupo de 30 molares, y otro grupo de 5, a los cuales se le retiraron los restos de ligamento periodontal con curetas Gracey Hu-Friedy Universal, luego fueron conservados en todo momento en una solución de suero fisiológico.

De los 35 molares sanos a 5 se les realizaron pruebas de observación al microscopio electrónico de barrido de la adaptación marginal, y a las otras 30, pruebas de filtración marginal.

Se realizaron preparaciones cavitarias ocluso-proximales tanto en mesial como en distal de cada molar. Las preparaciones fueron preparadas con turbina de alta velocidad y piedras diamantadas cilíndricas de extremo redondeado de grano grueso para eliminar el tejido dentario (esmalte y dentina) obteniendo una preparación dentaria de 3mm de ancho vestíbulo palatino, 4mm de altura, y 3mm de profundidad, manteniendo su pared cervical sobre el límite amelocementario.

El procedimiento de obturación se dividió en dos etapas, primero las cavidades mesiales y posteriormente las cavidades distales.

En las cavidades mesiales se utilizó el protocolo convencional de adhesión, grabando con ácido fosfórico al 37%, 10 segundos en esmalte, luego de lo cual se aplicó spray de agua profusamente con la jeringa triple y seco para luego grabar por 10 segundos en esmalte y dentina, se lavó intensamente con agua por el doble del tiempo

requerido en el grabado ácido y se secó el tejido dentario con aire de la jeringa triple, secando profusamente el esmalte, cuidando la dentina con un papel absorbente humedecido, para evitar resecarla.

Se procedió a aplicar el sistema adhesivo convencional, sobre las preparaciones dentarias en 2 capas, soplando ligeramente para evaporar el solvente, para luego fotoactivar durante 20 segundos cada capa. Finalmente se procedió a la restauración de las preparaciones cavitarias. Las preparaciones mesiales de los molares se restauraron con resina Tetric N-Ceram® Bulk Fill de manera monoincremental, utilizando el sistema de banda matriz y polimerizando por 30 segundos.

Luego se realizó el mismo protocolo de adhesión para las cavidades distales. La diferencia fue que al momento de obturar se realizó con la resina convencional Tetric N-Ceram®, utilizando el mismo sistema de banda matriz y de manera incremental, polimerizando cada incremento por 30 segundos.

Luego de tener todos los molares restaurados se llevaron por 48 horas a una estufa a 37° grados C a 100% de humedad relativa. Se selló con vidrio ionómero de fraguado químico (Chemfil Superior) aquellas piezas con apertura apical.

Concluido este proceso se dividieron en dos grupos:

Grupo 1 se escogieron 5 molares del total de la muestra, a los cuales se le realizaron cortes en sentido transversal, sagital y coronal, posterior a esto fueron preparados dichos cortes para ser observados al microscopio electrónico de barrido y se realizó un análisis descriptivo de la adaptación del material a la superficie dentaria, de cada corte seleccionado y se tabularon los resultados.

A continuación, imágenes indicando parte del procedimiento secuencial:



Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Se puede observar en la figura 1 una vista de la preparación oclusal, en la figura 2 una vista desde distal, y en la figura 3 una vista desde mesial.

Secuencia Monoincremental:



Fig.4

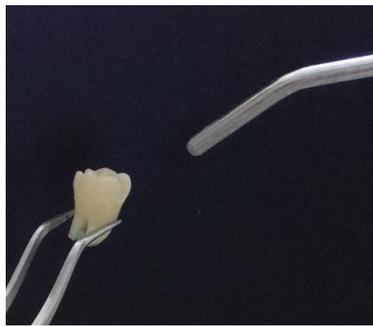


Fig. 5



Fig. 6

Se muestra el procedimiento de grabado con ácido ortofosforico al 37%. La figura 4 indica el grabado solo en zona de esmalte; La figura 5 muestra el lavado profuso del ácido; La figura 6 muestra el grabado de toda la cavidad.



Fig. 7

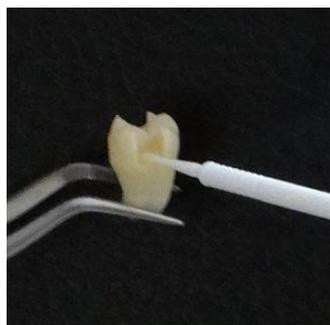


Fig. 8



Fig. 9

Figura 7 muestra el secado con un trozo de papel absorbente para evitar desecar la dentina. La figura 8 se procede a aplicar el adhesivo frotando para que penetre dentro de los túbulos dentinarios. La figura 9 muestra la polimerización del adhesivo (por 20 segundos), hasta lograr la plastificación de la dentina.

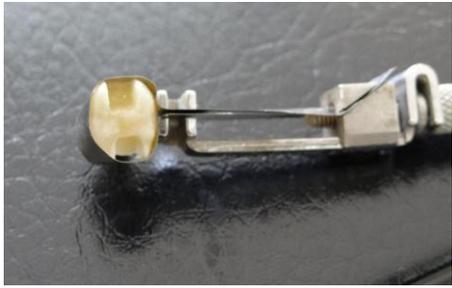


Fig. 10

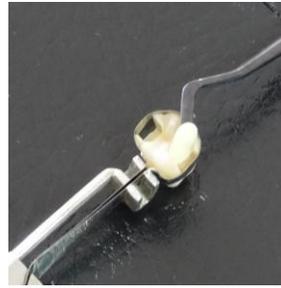


Fig. 11

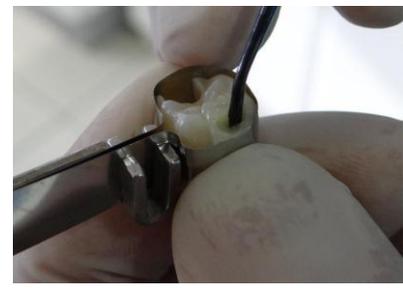


Fig. 12

La figura 10 muestra que se utilizó banda matriz para realizar la obturación; La figura 11 muestra la aplicación de Tetric N-Ceram Bulk Fill® en la cavidad, aplicación en un solo incremento. Figura 12, indica la condensación del monoincremento, y luego se procedió a trabajar en la anatomía de la pieza.



Fig. 13



Fig. 14

La figura 13 muestra la polimerización del material, por 30 segundos; En la figura 14 se observa la obturación mesial terminada (sin pulir).

Secuencia Incremental:



Fig. 15



Fig. 16

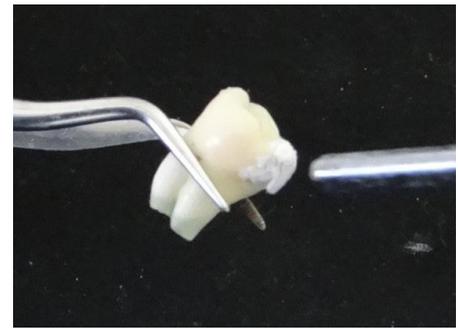


Fig. 17

Se muestra el procedimiento de grabado con ácido ortofosfórico al 37%. La figura 15 indica el grabado solo en zona de esmalte; La figura 16 muestra el grabado de toda la cavidad; La figura 17 muestra el lavado profuso del ácido, con un papel absorbente en la cavidad para evitar desecar la dentina.

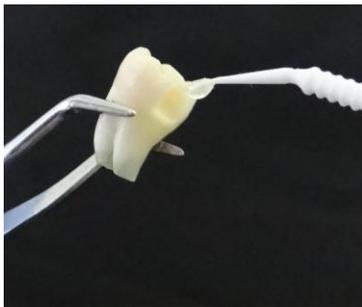


Fig. 18

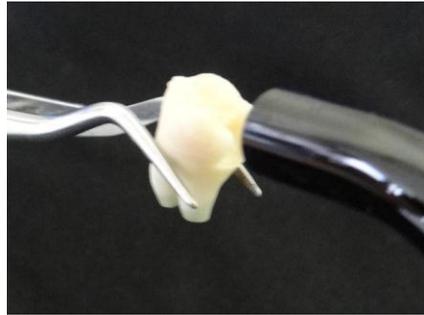


Fig. 19

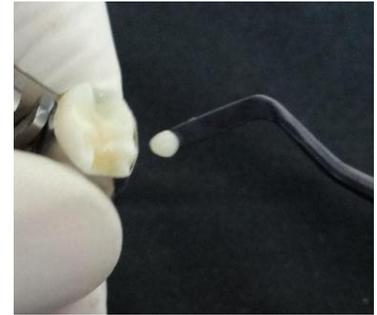


Fig. 20

En la figura 18 se procede a aplicar el adhesivo frotando para que penetre dentro de los túbulos dentinarios. La figura muestra la polimerización del adhesivo por 20 segundos, hasta lograr la plastificación de la dentina; en la figura 20 se ve la aplicación del primer incremento en forma horizontal de Tetric N-Ceram® (de un tamaño máximo de 2mm por incremento).

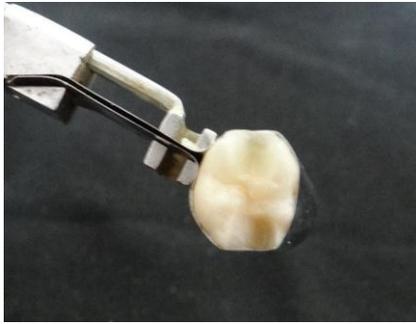


Fig. 21



Fig. 22

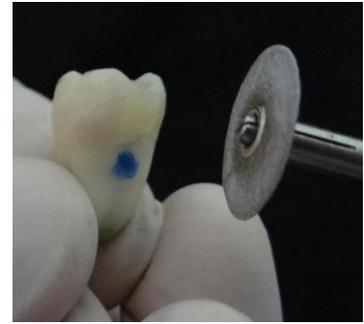


Fig. 23

La figura 21 muestra el primer incremento aplicado en la pared cervical de la preparación, luego en forma oblicua hacia las paredes hasta conseguir la obturación total. En la figura 22 se observa el molar obturado por ambas preparaciones (mesial y distal) con sus respectivos materiales. En la figura 23 el pulido final de las obturaciones para eliminar zonas desbordantes (el punto azul muestra la zona obturada con Bulk Fill.)



Fig. 24



Fig. 25



Fig. 26

En la figura 24 hay una vista oclusal del molar terminado; En la figura 25, vista distal con obturación Tetric N-Ceram®; En la figura 26, una vista mesial con obturación Tetric N-Ceram Bulk Fill®.

El grupo 2 de 30 molares restantes, se les aplicó en toda la superficie radicular una capa de cianoacrilato, para luego aplicar dos capas de esmalte de uñas. Por último se cubrió con acrílico Marché de autocurado, dejando libre sólo las restauraciones con un margen alrededor de ellas de 1 mm, así fueron sometidos a un proceso de termociclado para evaluar la filtración marginal de las restauraciones, y poder observar los resultados y realizar un análisis estadístico de las muestras para ser tabuladas y comparadas entre sí.

El proceso de termociclado consistió en sumergir los 30 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).

## RESULTADOS

### Análisis descriptivo:

A continuación se observan las imágenes obtenidas en el MEB.

### CORTE SAGITAL- Visión panorámica



Fig. 27

**Tetric N Ceram®-Incremental**

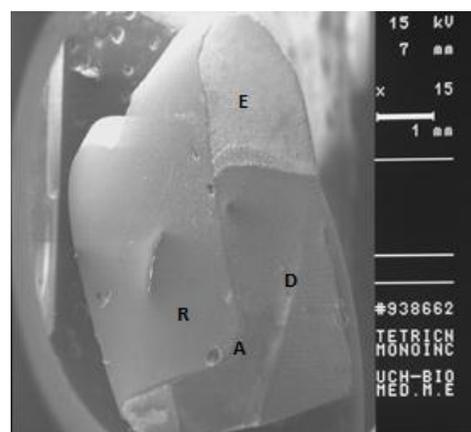


Fig. 28

**Tetric N Ceram® Bulk Fill-Monoincremental**

En la figura 27 se puede observar una restauración de Tetric N Ceram® en visión panorámica, donde se puede apreciar todo el margen de la restauración al igual que en la figura 28 realizada con Tetric N Ceram® Bulk Fill. La restauración monoincremental se observa con un leve rebalse cervical. Ambas restauraciones se ven con zonas de burbujas.

## CORTE SAGITAL- Pared cervical en esmalte 100X

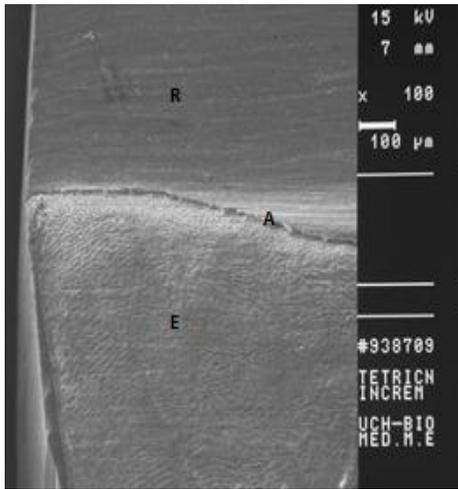


Fig. 29

**Tetric N Ceram®-Incremental**

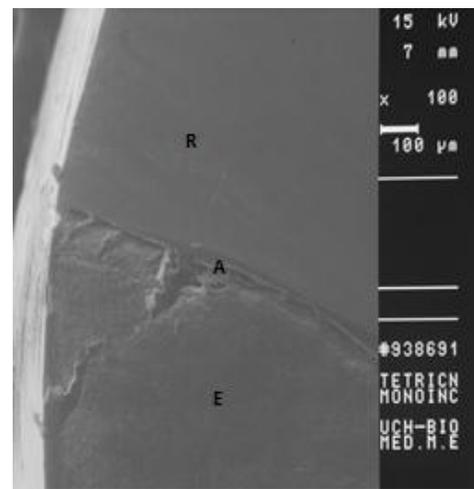


Fig. 30

**Tetric N Ceram® Bulk Fill-Monoincremental**

En la figura 29 se puede observar que la interface diente restauración se encuentra bien sellada, al contrario de la figura 30 en donde se observan brechas y una fractura del borde cervical de esmalte (E) debido al procedimiento de corte y preparación de la estructura dentaria.

## CORTE SAGITAL- Pared cervical en esmalte 500X

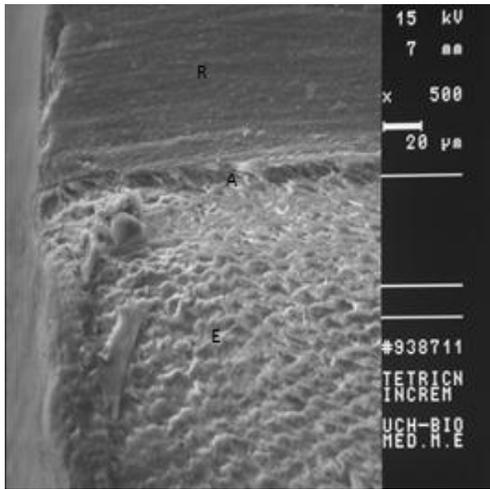


Fig. 31

**Tetric N Ceram®-Incremental**

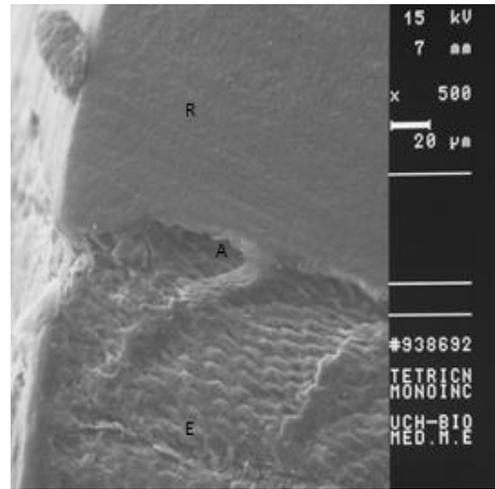


Fig. 32

**Tetric N Ceram® Bulk Fill-Monoincremental**

En la figura 31 se puede observar la pared cervical en esmalte con un aumento de 500X, donde se ve un buen ajuste de la restauración realizada con técnica incremental con un buen sellado de la interface diente restauración, en la figura 32 se ve una brecha y separación entre el adhesivo (A) y el esmalte (E), de la restauración Tetric N Ceram® Bulk Fill.

## CORTE SAGITAL- Pared cervical en esmalte 1000X

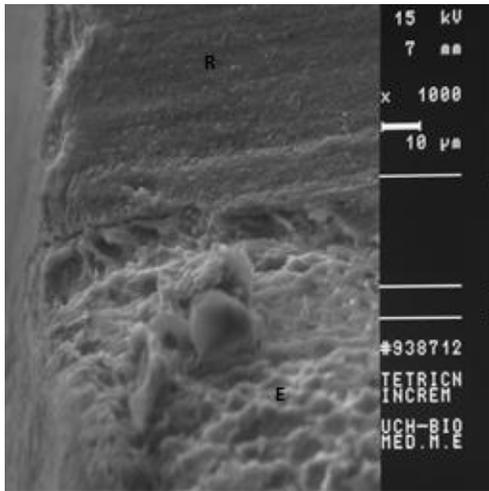


Fig. 33

**Tetric N Ceram®-Incremental**

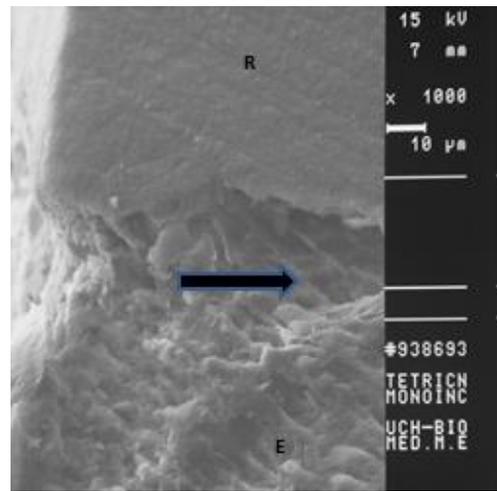


Fig. 34

**Tetric N Ceram® Bulk Fill-Monoincremental**

En la figura 33 se puede observar la pared cervical en esmalte con un aumento de 1000X, donde se ve un buen ajuste de la restauración y una íntima relación entre el material restaurador (R) y el esmalte (E), por el contrario en la figura 34 se observa un desajuste de la restauración y una brecha indicada con la flecha negra, debido a la tracción que ejerció la resina compuesta (R) sobre el adhesivo (A).

## CORTE SAGITAL- Pared cervical en dentina 100X

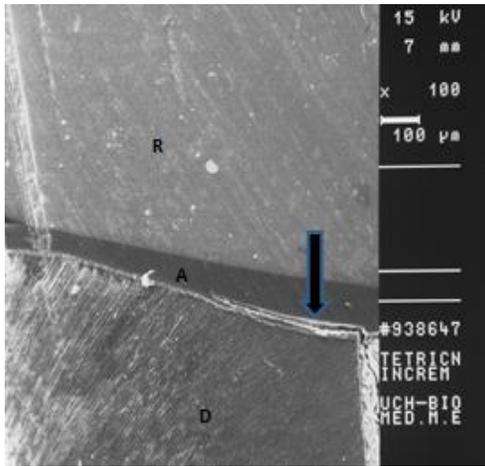


Fig. 35

**Tetric N Ceram®-Incremental**

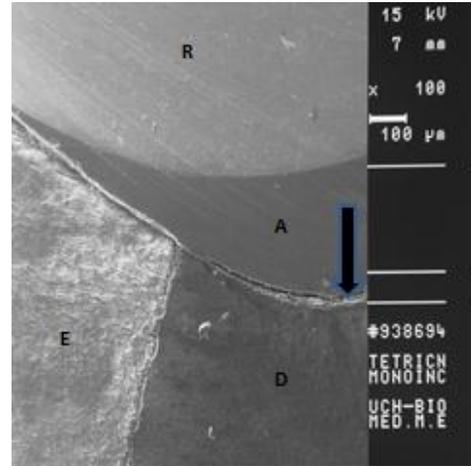


Fig. 36

**Tetric N Ceram® Bulk Fill-Monoincremental**

En la figura 35 se puede observar la pared cervical en dentina con un aumento de 100X donde se ve una buena unión de la interfaz adhesiva diente restauración, pero con una zona en la cual se observa una separación del adhesivo (A) de la dentina (D), señalada con la flecha negra. En la figura 36 se puede observar también una buena unión de la resina compuesta Tetric N Ceram® Bulk Fill con la estructura dentaria, pero también se observa la formación de una brecha entre el adhesivo (A) y la dentina (D), señalado con la flecha negra.

## CORTE SAGITAL- Pared cervical en dentina 500X

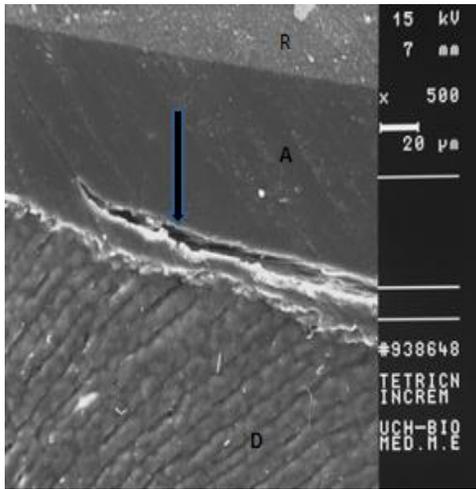


Fig. 37

**Tetric N Ceram®-Incremental**

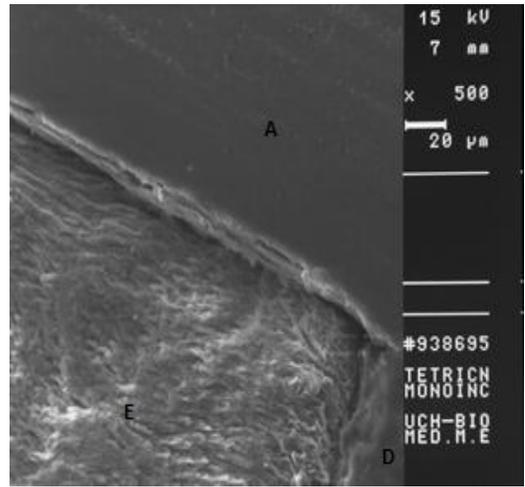


Fig. 38

**Tetric N Ceram® Bulk Fill-Monoincremental**

En la figura 37 se puede observar el mismo corte de la figura 35 pero con un aumento de 500X, donde se aprecia la íntima unión del adhesivo (A) a la dentina (D). Con este grado de magnificación se puede observar que la brecha que se veía en la foto anterior, corresponde a una fractura del interior del adhesivo (A), manteniéndose la dentina sellada. En la figura 38 se observa una buena unión entre el adhesivo (A) con el esmalte (E) y la dentina (D) con algunas zonas de desajuste o brecha marginal.

## CORTE SAGITAL- Pared cervical en dentina 1000X

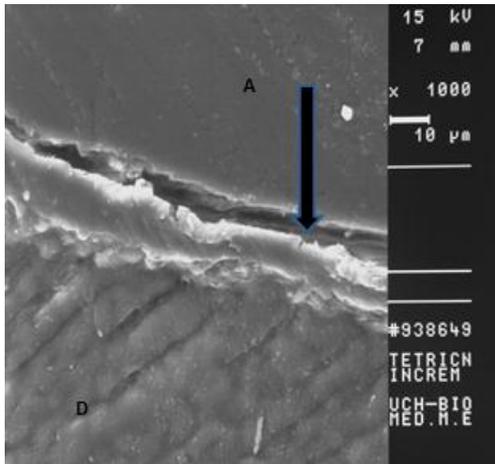


Fig. 39

**Tetric N Ceram®-Incremental**

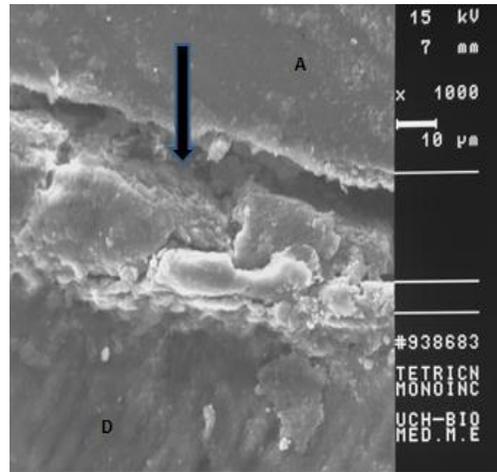


Fig. 40

**Tetric N Ceram® Bulk Fill-Monoincremental**

En la figura 39 se puede observar el mismo corte de las figuras 35 y 37 pero con un aumento de 1000X, donde se pueden ver formación de pequeños gaps en la dentina (D), se ve con mayor aumento la fractura señalada con la flecha negra. En la figura 40 también se puede observar una brecha señalada con la flecha negra, ubicada sobre la unión de adhesivo (A) con la dentina (D). Sin embargo en ninguno de los dos casos afecta esta íntima unión adhesiva dentinaria.

CORTE SAGITAL- **Dentina axial 100X**

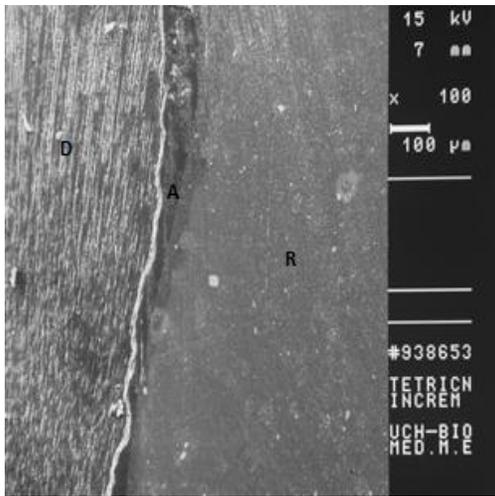


Fig. 41

**Tetric N Ceram®-Incremental**

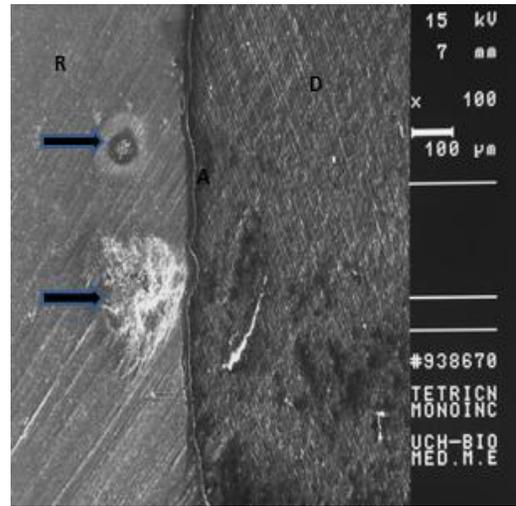


Fig. 42

**Tetric N Ceram® Bulk Fill-Monoincremental**

En la figura 41 se puede observar una buena unión de la interfaz adhesiva diente restauración, al igual que en la figura 42, en esta además se pueden ver señaladas con flecha negra burbujas y zonas de material restaurador sin polimerizar.

## CORTE SAGITAL- Pared axial 500X

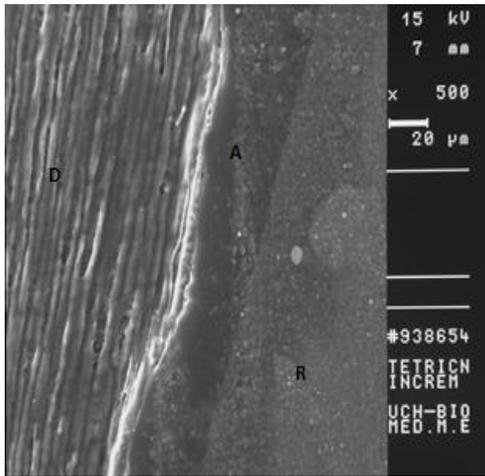


Fig. 43

**Tetric N Ceram®-Incremental**

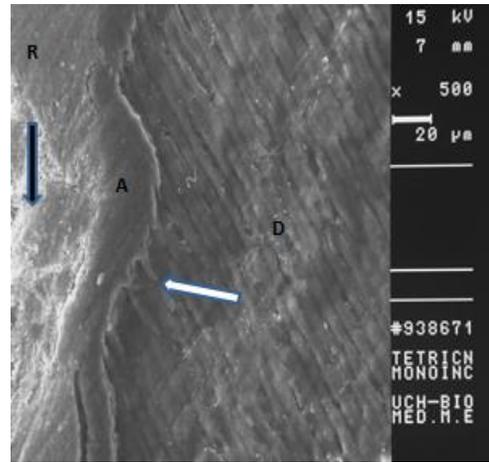


Fig. 44

**Tetric N Ceram® Bulk Fill-Monoincremental**

En la figura 43 se puede observar el mismo corte de la figura 41 con un aumento de 500X donde se ve igualmente una buena interfaz adhesiva diente restauración. En la figura 44 también se puede observar una buena interfaz adhesiva diente restauración. Con la flecha negra se señala la zona de material restaurador sin polimerizar y con la flecha blanca se señalan zonas de formación de tags de resina dentro de los túbulos dentinarios.

## CORTE SAGITAL- Pared axial 1000X

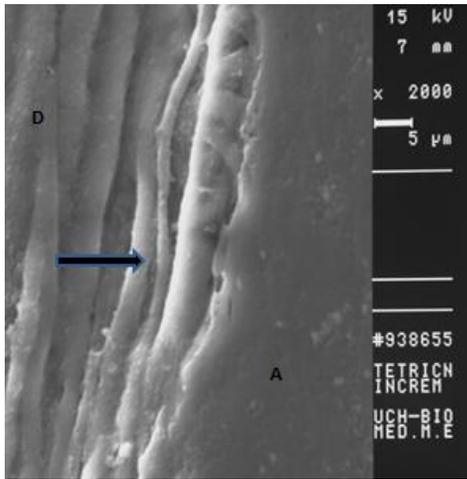


Fig. 45

**Tetric N Ceram®-Incremental**

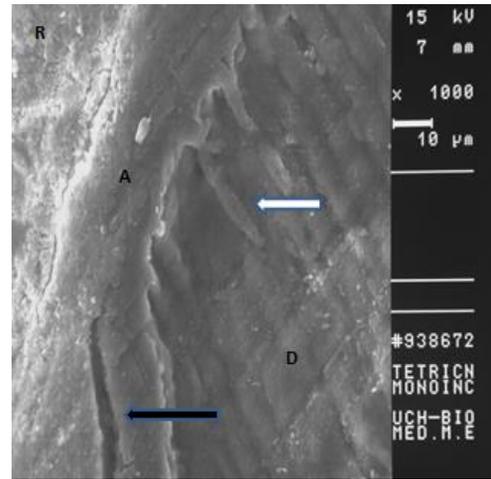


Fig. 46

**Tetric N Ceram® Bulk Fill-Monoincremental**

En la figura 45 se ve una íntima relación de contacto entre el adhesivo (A) y la dentina (D), con este gran aumento se pueden observar y diferenciar los túbulos dentinarios señalados con la flecha negra. Mientras que en la figura 46 se observa también una íntima relación de la interfaz adhesiva diente restauración, viéndose con más aumento los tags de resina formados señalados con la flecha blanca, y además una zona de brecha o fractura al medio del adhesivo (A) señalado con la flecha negra.

CORTE SAGITAL- Borde cavo superficial oclusal 100X

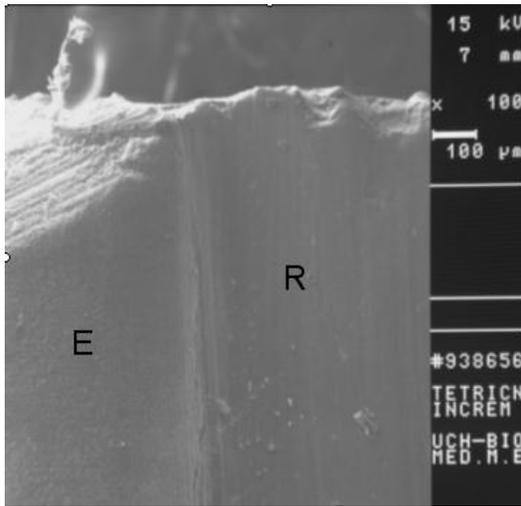


Fig. 47

**Tetric N Ceram®-Incremental**

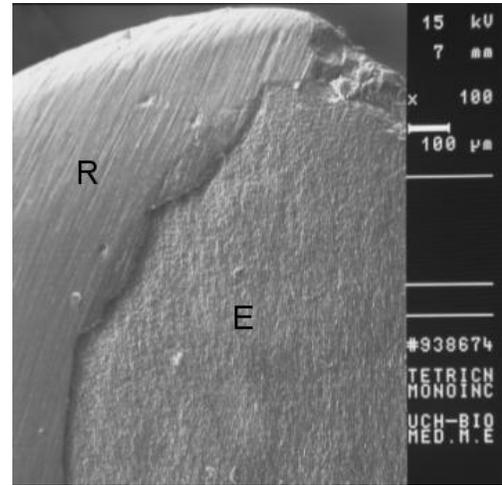


Fig. 48

**Tetric N Ceram® Bulk Fill-Monoincremental**

En la figura 47 se puede apreciar un íntimo contacto entre diente restauración a este aumento, mientras en la figura 48 se puede observar una diferencia entre lo que corresponde a esmalte y a resina compuesta, a lo que se le puede atribuir la falta de pulido.

## CORTE SAGITAL- Borde cavo superficial oclusal 500X

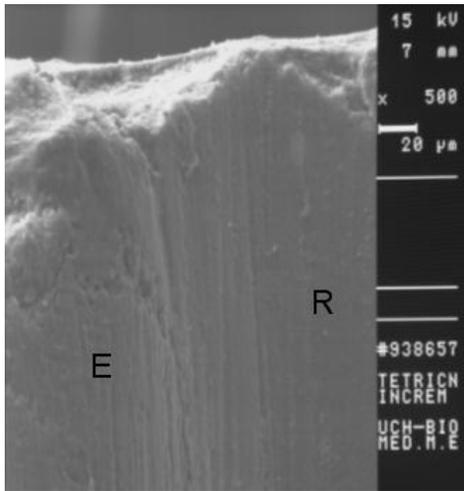


Fig. 49

**Tetric N Ceram®-Incremental**

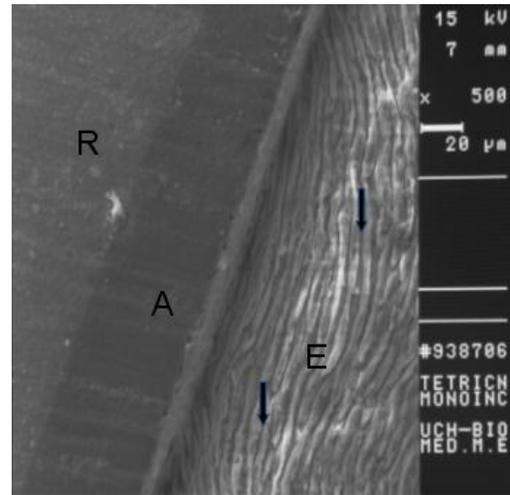


Fig. 50

**Tetric N Ceram® Bulk Fill-Monoincremental**

En la figura 49, nuevamente se observa un íntimo contacto entre diente y restauración, lo que indica aún más una gran adaptación de la resina compuesta convencional. En la figura 50 podemos a mayor aumento que también existe una gran adaptación entre lo que es resina compuesta y adhesivo, y adhesivo y esmalte, mostrando un contacto íntimo entre diente y restauración en la técnica monoincremental. Las flechas color negro muestran los prismas del esmalte y su disposición en el corte sagital.

CORTE SAGITAL- Borde cavo superficial oclusal 1000X

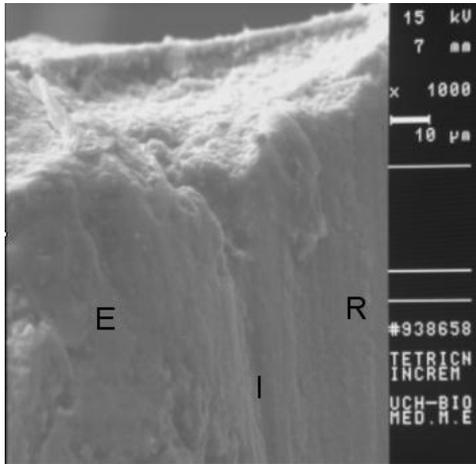


Fig. 51

**Tetric N Ceram®-Incremental**

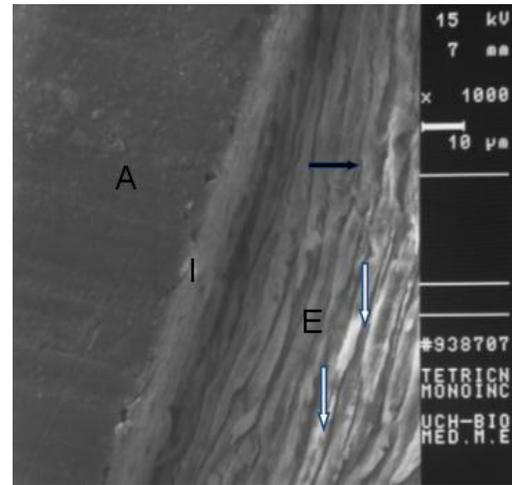


Fig. 52

**Tetric N Ceram® Bulk Fill-Monoincremental**

En la figura 51 se observa una brecha entre diente y resina compuesta, lo que corresponde a la interfaz diente-restauración. En la figura 52 nuevamente se observa una íntima unión entre adhesivo y esmalte. La flecha color negro muestra los prismas del esmalte, mientras la flecha color blanco indica los tags de resina en unión a estos prismas del esmalte.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

### Resultados de filtración en %

Los valores de filtración obtenidos fueron tabulados y registrados en la Tabla N°1 para facilitar su comprensión y posterior análisis.

Muestra	% T.N.C BF	% T.N.C
1	0	100
2	0	0
3	25,53	27,27
4	60	40
5	100	12,5
6	100	100
7	100	100
8	12,5	0
9	12,5	0
10	0	0
11	8,9	50
12	40	50
13	100	100
14	50	36,36
15	47,5	25
16	0	0
17	38,09	26,31
18	0	0
19	90	60
20	35	100

21	23,8	22,22
22	17,77	10
23	30	0
24	23,8	100
25	37,5	100
26	11,11	0
27	14,8	0
28	100	100
Promedio	38.52	41,41

Tabla N°1

Tabla N°1: Expresa en porcentaje los valores de filtración marginal de cada muestra para la técnica Incremental con Tetric N Ceram ® y para la técnica monoincremental con Tetric N Ceram ® Bulk Fill.

## **Análisis estadístico de los resultados**

Los datos de ambos grupos se sometieron primeramente a estudios de distribución normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Posteriormente se estimaron los estadígrafos descriptivos que permitieran tener una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los tratamientos estudiados. Los tratamientos fueron comparados mediante la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. El nivel de significación empleado en todos los casos fue de  $\alpha = 0,05$ .

### **Resultados de la estimación de la normalidad en los datos de ambos tratamientos estimados**

#### PRUEBA DE NORMALIDAD

	Técnica de Restauración y Material	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Infiltración	TETRIC N CERAM BULK FILL	,845	28	,001
	TETRIC N CERAM CONVENCIONAL	,800	28	,000

Tabla Nº 2

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la estimación de distribución normal de los datos en los tratamientos estudiados. Se encontró que la prueba fue altamente significativa ( $p < 0,05$ ), lo cual indica que ambos grupos de datos no tienen distribución normal.

## Resultados Estadísticos descriptivos

	Tipo de Técnica y Resina Compuesta	Estadístico	
Infiltración	TETRIC N CERAM BULK FILL	Media	38,5286
		Mediana	27,7650
		Varianza	1270,679
		Desv. típ.	35,64659
	TETRIC N CERAM CONVENCIONAL	Media	41,4164
		Mediana	26,7900
		Varianza	1714,960
		Desv. típ.	41,41208

Tabla N° 3

La media es superior en el grupo “TETRIC N CERAM CONVENCIONAL”, lo que indica que la filtración aparentemente es mayor con este tratamiento en relación con la comparada.

## Resultados de la comparación entre los dos tratamientos estudiados

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
	Infiltración
U de Mann-Whitney	389,500
W de Wilcoxon	795,500
Z	-,042
Sig. asintót. (bilateral)	,967

Tabla N° 4

En la Tabla 4 se muestran los resultados de la comparación entre ambos tratamientos. El nivel de significancia en la prueba empleada fue de 0,967, lo cual indica que no fue significativo ( $p$  mayor a 0,05), lo cual indica que ambos tratamientos no tienen diferente nivel de filtración.

### Diagrama de cajas en ambos tipos de restauración

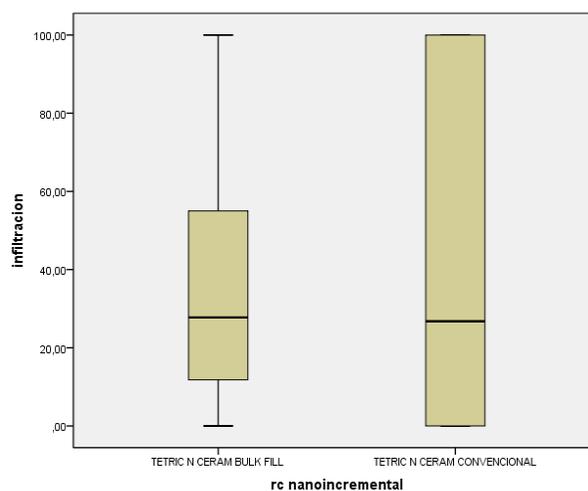


Fig. 53

En el Gráfico se observa que en ambos grupos las medianas se aproximan. Además la caja del grupo “Tetric N Ceram® convencional” presenta una mayor dispersión de los datos.

## **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. Estas son unos de los materiales de restauración plásticos que más avances han tenido en el último tiempo desde su aparición en el mercado.

El principal interés por el cual hay una constante lucha por mejorar estos materiales, y la gran causa de que aparezcan nuevos materiales mejorados, son los procedimientos clínicos extensos en su uso, rigurosos acondicionamientos del tejido dentario que pueden llevar a una técnica engorrosa, y los problemas propiamente tales de los composites, como son, no poseer adhesión específica a la pieza dentaria, presentar diferencias con respecto al coeficiente de variación dimensional térmico, y la principal característica indeseada, la llamada contracción de polimerización. Cada una de las maniobras clínicas realizadas en las restauraciones de resina compuesta desea lograr un fin en común, el cual se resume en evitar el principal fracaso de este tipo de restauraciones, logrando un adecuado sellado marginal y evitando así la posterior filtración del material.

Los nuevos materiales dentales apuntan a disminuir el tiempo clínico trabajado, y mejorar las propiedades de los materiales ya existentes, es así como nacen las resinas compuestas monoincrementales, o más conocidas como Resinas Compuestas o Composites Bulk Fill.

Uno de estos nuevos sistemas de resina compuestas, indicado para restauraciones posteriores, es el composite Tetric N-Ceram® Bulk Fill (Ivoclar vivadent), que permite al odontólogo realizar restauraciones en molares y premolares con un procedimiento más sencillo y en un solo incremento.

Es por esto que el presente estudio intentó analizar comparativamente in vitro y mediante termociclado el sellado y adaptación marginal de este nuevo material comparado con una resina compuesta convencional de la misma marca (Tetric N-Ceram®) utilizado con técnica incremental.

Este nuevo material fue creado con la intención de reducir el tiempo clínico de restauración, además de mejorar el modelado de la anatomía de la obturación, y facilitar de forma considerable la técnica de ejecución.

Sin embargo, al utilizar un monobloque, y no la convencional técnica incremental de polimerización, no estaría teniendo en cuenta la contracción característica de las resinas compuestas y su implicancia en el sellado marginal, y entra en juego una nueva interrogante, ¿es posible que la luz de la lámpara de fotocurado, penetre los 4mm del material, para polimerizarlo?. La marca propone un nuevo iniciador patentado llamado Ivocerin, se ha añadido al sistema iniciador estándar (Lucerina y canforquinona) presente en Tetric N-Ceram, que permite incrementos de hasta 4mm de grosor, y un espectro de penetración de luz mucho mayor que los composites convencionales, lo que amplificaría el proceso de polimerización.

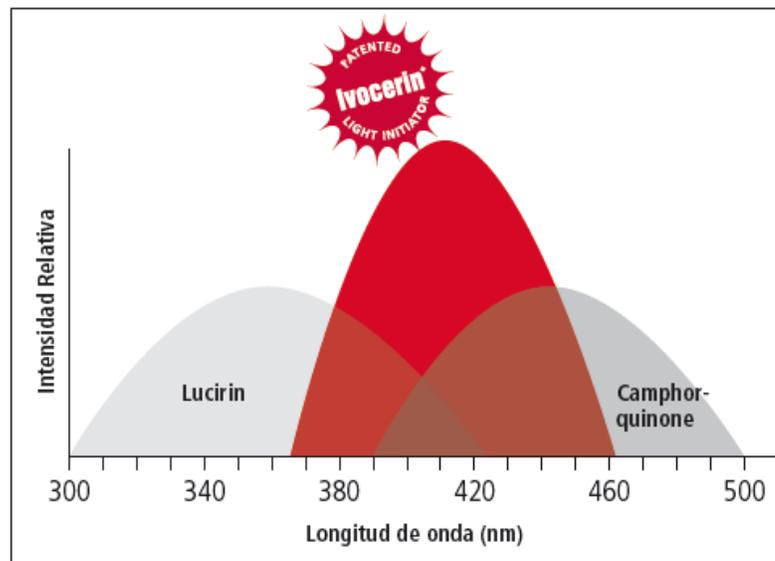


Fig. 54

En la Figura 54 se muestra la longitud de onda (nm) de acción del Ivocerin, alcanzando su máxima capacidad de acción a una longitud de onda de 410nm aprox., en un punto intermedio entre el Lucerin, y la Canforoquinona. (Cuadro tomado del "Data Sheet" del fabricante).



Componentes especiales patentados de Tetric EvoCeram Bulk Fill

Fig.55

En la figura 55 se pueden observar los componentes que muestra la marca presentes en los composites Tetric N-Ceram ® Bulk Fill, pero no especifica que son, ni su función específica. (Imagen tomada del “Data Sheet” del fabricante).

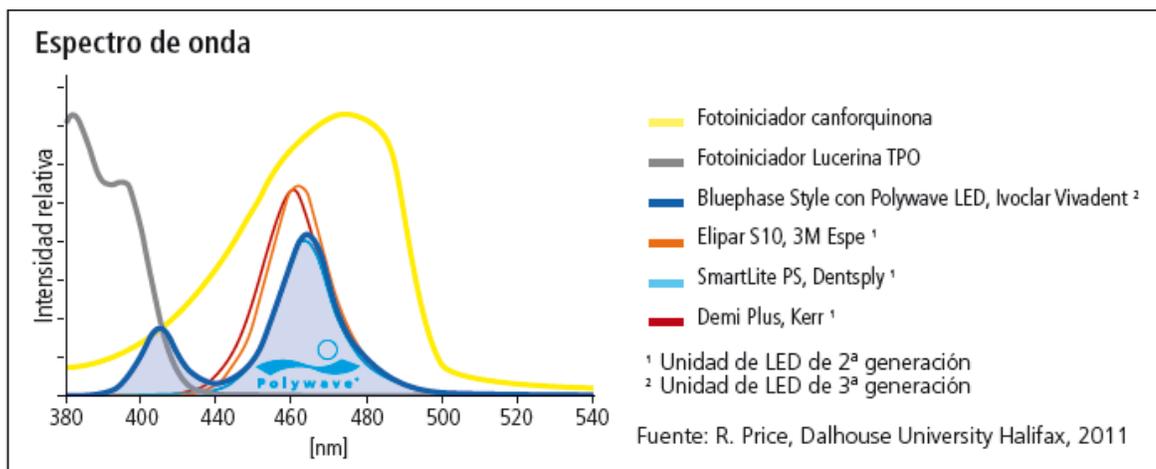


Fig. 56

En la figura 56 tenemos el espectro de onda, en el cual actúan distintos tipos de fotoiniciadores, y muestra también a las longitudes de onda que actúan algunas lámparas fotopolimerizadoras, y en este caso la “Bluephase Style con Polywave LED, de la Ivoclar Vivadent”, posee dos peak de acción, cerca de los 410nm, y cerca de los 470nm. (Gráfico tomado del “Data Sheet” del fabricante).

Este sería el tipo indicado de lámpara a utilizar para el composite Tetric N-Ceram ® Bulk Fill. En el mercado es difícil encontrar lámparas de fotocurado que actúen en los rangos de 400-420nm, justo donde se encuentra el pick de polimerización del Ivocerin, esta puede ser una de las razones de por qué la tasa de filtración de este material en nuestro estudio alcanzó valores altos, debido a que fue realizado con una lámpara de fotopolimerización convencional (470nm), además de zonas de material sin polimerizar en la profundidad de la restauración como se pueden observar en la figura 42.

Los resultados obtenidos en este estudio no presentan diferencias significativas al momento de comparar los dos tipos de resina compuesta, utilizadas con la respectiva técnica de restauración, debido a que los porcentajes de filtración son correlativamente similares, no existiendo gran diferencia entre ellas. La filtración ocurrió en todas las superficies analizadas, desde el borde cavosuperficial oclusal hasta la pared cervical en esmalte. El Promedio del porcentaje de filtración correspondió a 38,52 % en las muestras restauradas con técnica monoincremental con el material Tetric N Ceram ® Bulk Fill y un 41,41 % en las muestras restauradas con técnica incremental con el material Tetric N Ceram ®.

Diversas razones pueden llevar a un fracaso de este material, comenzando por el tipo de lámpara de fotocurado que podría no haber sido la adecuada (el fabricante no especifica que exista una limitación en este sentido), al colocar el material Tetric N Ceram® Bulk Fill en forma monoincremental, se generan burbujas en su interior, lo que incide en su comportamiento físico-mecánico.

Además, dado el espectro de sensibilidad a la luz, si se utiliza una lámpara de fotoactivación convencional, con un espectro de 420-480 nm, la polimerización no será completa pues el Ivocerin tiene un peak de activación a los 410 nm, situación que no es advertida por el fabricante. En segundo lugar el adhesivo utilizado, el cual según las instrucciones del fabricante, solo se necesitaba 1 capa polimerizada por 15 segundos, pocas veces se logró la plastificación de la dentina y/o la polimerización completa del adhesivo con dichas instrucciones, esto pudo haber provocado brechas en la integridad de la restauración en ambas técnicas y materiales utilizados.

El objetivo de este estudio era determinar si existen diferencias en el grado de sellado marginal, logrado en restauraciones realizadas con Tetric N-Ceram® Bulk Fill y Tetric N Ceram® convencional.

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 (Tetric N Ceram ® Bulk Fill), ya que en ambos la falta de sellado marginal es evidente.

## **CONCLUSIÓN**

De acuerdo a los resultados obtenidos con la metodología utilizada en este estudio, podemos concluir que:

1.- El grado de filtración de restauraciones realizadas con el sistema Tetric N Ceram® Bulk Fill, fue menor que el obtenido con Tetric N Ceram® incremental, sin embargo, no hubo diferencia estadísticamente significativas entre ambos materiales.

2.- Al analizar la interfaz diente/ restauración realizadas tanto con el sistema Tetric N-Ceram® Bulk Fill con el material convencional Tetric N-Ceram® se pudo observar la existencia de brechas notorias entre el diente y restauración, lo que llevaría a un fracaso clínico de la obturación.

3.- En consecuencia de todo lo anterior se rechaza la hipótesis planteada, la cual señalaba: “Existen diferencias en el grado de sellado marginal, logrado en restauraciones realizadas con Tetric N-Ceram® Bulk Fill y Tetric N Ceram® convencional.” Por lo tanto se puede deducir que no hay una mayor significancia clínica entre ambas técnicas y materiales restauradores a la hora de tomar una decisión para realizar una restauración Clase II.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Ceron A, Castillo V, Aravena P. Prevalencia de Historia de Caries en Escolares de 10 Años, Frutillar, 2007-2010. *Int. J. Odontostomat.* Ago. 2011; 5(2):203-207.
2. Barrancos, M. *Operatoria dental*. 3ª.ed. Buenos Aires, Argentina: Panamericana; 1998.
3. Palomer RL. Caries dental en el niño. Una enfermedad contagiosa. *Rev Chil Pediatr.* 2006 feb; 77(1):56-60.
4. Dowd FJ. Saliva and dental caries. *Dent Clin North Am.* 1999; 43(4):574-97.
5. Saavedra P. Comparación In Vitro del grado de resistencia adhesiva de los sistemas adhesivos Single Bond y Adper Single Bond 2. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano-Dentista. Santiago, Chile: Facultad de Odontología, Universidad de Chile; 2006.
6. Ortega R. Estudio comparativo In Vitro de la resistencia al desgaste de 3 resinas compuestas de nanotecnología y 3 resinas compuestas convencionales. Trabajo de investigación para optar por el título de Cirujano-Dentista. Santiago, Chile: Facultad de Odontología, Universidad de Chile; 2005.
7. Díaz M. Análisis descriptivo al microscopio electrónico de barrido de la interface lograda con una restauración de resina compuesta convencional con técnica incremental y un nuevo material mono-incremental. Tesis presentada a la Escuela de Odontología para obtener el título de Cirujano-Dentista. Santiago de Chile: Universidad Finis Terrae; 2012.
8. Nocchi CE. *Odontología restauradora salud y estética*. 2ª.ed. Buenos Aires: Medica Panamericana; 2008.
9. Anusavice KJ. *La ciencia de los materiales Dentales*, de Phillips. 11ª. ed. Mexico: Mc Graw Hill Interamericana; 1998.
10. Aaron D, James G, Chaterjee P, Jefferson G. Direct Composite Restorative Materials. *Dent Clin N Am.* 2007; 51: 659-75.
11. Díaz M. Análisis descriptivo al microscopio electrónico de barrido de la interfase lograda con una restauración de resina compuesta convencional con técnica incremental y un nuevo material mono-incremental. Tesis presentada a la Escuela

- de Odontología de la Universidad Finis Terrae, para optar al título de Cirujano-Dentista. Santiago, Chile: Universidad Finis Terrae; 2012.
12. Henostroza HG. Adhesión en Odontología restauradora. Madrid: Medica; 2003.
  13. Rodriguez E. Estudio comparativo de las propiedades de adhesión, dureza, resistencia compresiva, sorción acuosa y contracción de polimerización entre varios sistemas de composites fotocurables de alta densidad para restauraciones en dientes posteriores. Guatemala: Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología; 2002.
  14. Phillips R. La ciencia de los materiales dentales de Skinner. 9ª.ed. México: Interamericana; 1994.
  15. Eiseemann ER. Estructura del esmalte En: Ten Cate A.R. Histología Oral. 2ª.ed. Toronto: Medicina Panamericana; 1986. Cap. 12:252.
  16. Abramovic. Histología y embriología dentaria. Buenos Aires:Mundi; 1984.
  17. Valenzuela VA, Moncada GC, Aranguiz VF, Urbina GS. Esmalte aprismático en dientes permanentes. Descripción al MEB. Revista dental Chile. 1996; 87(1):8-13.
  18. Jendresen M.D. Glantz P.O. Microtopography and clinical adhesiveness of and acid etched tooth surface. Acta Odont. Scand. 1981; 39:47.
  19. Mount GJ, Hume WR. Conservación y restauración de la estructura dental. Madrid: Harcourt Brace; 1999.
  20. Marshall GW. Dentin: microstructure and characterization. Quintessence Int. 1993; 24 (9): 606-17.
  21. Zeleme F. Adhesión: ¿una solución sencilla? Rev. Asoc. Odontol. Argent. 1999; 87(2): 183-4.
  22. Ten Cate A.R. Histología oral. 2ª.ed. Toronto: Médica Panamericana 1986.
  23. Abrahamovic A. Histología y embriología dentaria. Buenos Aires:Mundi; 1984.
  24. Smulson MH., Sieraski SM. Reacción histológica del complejo dentino-pulpar en un diente con reabsorción radicular externa En: Weine FS. Tratamiento endodóntico. 5ª.ed. Madrid: Harcout Brace; 1997. Cap. 3: 97, 129.
  25. Martín AJ, Vera V, Mensalvas MG, García NA. Estudio Comparativo de la adhesión a dentina sana y esclerótica. Quintessence. 1999; 12(6): 26-31.

26. Vanherle G, Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P. Congreso del Centenario. Aspectos clínicos de la adhesión a dentina. Rev. Asoc. Odontol. Argent. 1995; 86(2): 95-7.
27. Van Meerbeek B. The clinical performance of adhesives. J.Dent. 1998; 26(1): 1-20.
28. Nakajima M, Sano H, Urabe I, Tagami J, Pashley DH. Bond strengths of single-bottle dentin adhesives to caries-affected dentin. Oper.Dent. 2000; 25: 2-10.
29. Bader M. Texto de Biomateriales odontológicos: Fenómenos de Superficie y Adhesión en odontología Tomo I. Santiago, Chile: Universidad de Chile; 2004.
30. Peutzfeldt, A. Resin composite in dentistry: the monomer systems. Eur J Oral Sci 105: 97-116. 1997.
31. García AH, Martínez MA, Cabanes J, Barjau A, Fos-Galve P. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Moncada. Valencia: Universidad Cardenal Herrera-CEU; 2006.
32. Marques S. Estética con resinas compuestas en dientes anteriores. Percepción, Arte y Naturalidad. 2006; (1): 1-8.
- 33.. Anseth K, Goodnerl M, Reill M, Kannurpattil A, Newman S, and Bowmanl, C. The Influence of Comonomer Composition on Dimethacrylate Resin Properties for Dental Composites. J Dent Res August. 1996; 75(8): 1607-1612.
- 34.. Bayne S, Heymann H, Swift E. Update on dental composite restorations. J. Am Dent Assoc. 1994; 125(6): 687-701.
35. Fortin D, Vargas M. The spectrum of composites: New techniques and materials. J AM Dent Assoc. 2000; 131(1). 26-37.
36. Combe E, Burke F. Contemporary Resin-based Composites Materials for Direct Placement Restorations: Packables, Flowables and Others. Dent Update. 2000; 27: 326-336.
37. Sarrett, D. Clinical Challenges and the relevance of materials testing for posterior composites restorations. Dental Materials. 2005; 21: 9-20.
38. Chain M, Camargo C, Andriani O. Estética: Dominando os desejos e controlando as expectativas. En: Alves R, Nogueira E. Estética. São Paulo. Brasil: Arte y Ciencia Médica Latinoamericana; 2002.

39. Fong H, Dickens S, Flaim G. Evaluation of dental restorative composites containing polyhedral oligomeric silsesquioxane methacrylate. *Dent Mater.* 2005; 21:520-9.
40. Ferracane J, Condon J, Suh B. Effect of filler on degree of conversion (DC) of resins. *J Dent Res.* 1992; 72:598.
41. Soderholm K, Achanta S, Olsson, S. Variables affecting the depth of cure of composites. *J. Dent Res.* 1993; 72: 138.
42. Mc Cabe J, Kagi S. Mechanical Properties of a composite inlay material following post-curing. *Br. Dent J.* 1991; 246-248.
43. Albers H. *Odontología Estética. Selección y colocación de Materiales.* Barcelona: Labor; 1988.
44. Sabbagh J, Ryelandt L, Bachérius L, Biebuyck J, Vreven J, Lambrechts P, Leloup, G. Characterization of the inorganic fraction of resin composite. *Journal of Oral Rehabilitation.* 2004; 31:1090-1101.
45. Williems G, Celis J, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Nano-indentation hardness and Young's modulus of filler particles of dental restorative materials compared with human enamel. *J. Biomed Mater Res.* 1992; 27:747-755.
46. Davidson C, Feilzer A. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J Dent.* 1997 Nov; 25(6):435-40.
47. Bowen R. Properties of silica reinforced polymer for dental restoration. *J. Am Dent Assoc.* 1963; 66:57-64.
48. Sarkar NK, Karmaker A, Prasad A, Shih F. Simulation of in vivo degradation of dental composites. *J Mater Sci Let.* 1999;18:1749-52.
49. Schmiidsedeir J. *Atlas de Odontología Estética.* Barcelona: Ed. Masson; 1999.
50. Mohsen N, Craig R. Effect of silanation of fillers on their dispersability by monomer systems. *J. Oral Rehabil.* 1995a; 22: 183-189.
51. Mohsen N, Craig R. Hydrolytic stability of silanated zirconium silica-urethane dimethacrylate composites. *J. Oral Rehabil.* 1995b; 22: 213-220.
52. Antonucci J, Dickens S, Fowler B, Xu H, McDonough W. Chemistry of Silanes: Interfaces in dental polymers and composites. *Trans Acad Dent Mater.* 2003;17: 81-109.

53. Uribe J, Spadileiro M, Cabral J. Operatoria dental Ciencia y Práctica: Sistemas Resinosos Compuestos. Cap VIII: Madrid: Avances Médicas Centrales; 1990.
54. Baratieri L, Monteiro S, Cardoso L, Thadeu L. Operatoria Dental. Procedimientos Preventivos y Restauradores. Restauraciones con resina compuesta. Capítulo VII. Sao Paulo. Brasil: Edita Ltda.; 1993.
55. Díaz J. Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de tres resinas compuestas de nanorelleno. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista. Santiago, Chile: Universidad Finis Terrae; 2004.
56. Sandoval MF. Estudio comparativo in vitro, al microscopio electrónico de barrido, del efecto sobre la dentina de un sistema adhesivo con grabado ácido total y un sistema adhesivo autograbante. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista. Santiago, Chile: Universidad Finis Terrae; 2005.
57. Schwartz R.S., Summit J.B., Robbins J.W., Dos Santos J. Fundamentos en odontología operatoria. Un logro contemporáneo. Caracas: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica; 1999.
58. Henostroza GH. Estética en odontología restauradora. 2a.ed. Madrid, España:Editorial Ripano: 2006.
59. Novero LP. Polimerización de resinas compuestas. Rev. Asoc. Odonto. Argent. 2001; 89(2): 185.
60. López G, et al. Dental adhesion: Present state of the art and future perspectives. Quintessence Int. 2002; 33: 213-224.
61. Baños MJL, Vega JM. Propiedades Físicas Mecánicas En: Vega del Barrio J.M. Materiales en odontología. Fundamentos biológicos, clínicos y biofísicos y físico-químicos. Madrid: Ediciones Avances Médico-dentales SL; 1996. Cap 16; 301.
62. Van Dijken JWV, Hörstedt P, Waern R. Directed polymerization shrinkage vs. a horizontal incremental filling technique: interfacial adaptation in vivo in class II cavities. Am.J.Dent.1998; 11(4): 165-72.
63. 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.

64. Milicich G. Direct restorative technique. The effect of cavity configuration on restoration stress. [serial on the internet]. 2001 May [citado Nov 2013] Available from: URL: [www.tiads.com/ppt/ACFactorwebpage.ppt](http://www.tiads.com/ppt/ACFactorwebpage.ppt).
65. Van Meerbeek B, Perdigão J, Gladis S, Lambrecht P, Vanherle G. Estudio in vitro de la eficacia de unión de cementos autoadhesivos a sustratos biológicos y no biológicos en Odontología En: Schwartz RS, Summit JB, Robbins JW, Dos Santos J. Fundamentos en odontología operatoria. Un logro contemporáneo. Caracas: actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica 1999; Cap. 6: 150.
66. Hilton T.J. Análisis Comparativo In Vitro del Sellado Marginal entre una Amalgama Adhesiva y una Resina Condensable En: Schwartz RS, Summit JB, Robbins JW, Dos Santos J. Fundamentos en odontología operatoria. Un logro contemporáneo. Caracas: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica; 1999. Cap. 8: 210.
67. Neiva IF, De Andrada MAC, Baratieri LN, Monteiro S, Ritter AV. An in vitro study if the effect of restorative technique on marginal leakage in posterior composites. Oper. Dent. 1998; 23(6): 282-9.
68. Uribe EJ. Operatoria dental ciencia y práctica. Madrid: Avances Médico-Dentales; 1990.
69. Conesa CP, Sánchez -Barriga Mediero R, Bonilla Represa V, Herrera Martínez M, Jiménez Planas A, Llamas Cadaval R. Estudio in vitro de la filtración marginal en 108 restauraciones de clase II simples para resinas compuestas, según diferentes técnicas de restauración. Quintessence. 2000; 13(1): 17-30.
70. Murillo BC. Nuevos Materiales Restaurativos: Contracción por fotopolimerización y adaptación marginal del ormocer admira y el composite nanohíbrido filtek z350. Estudio comparativo. Revista Dental, Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología. 2008; 1 (1): 37-50.
71. Tetric N-Ceram Bulk Fill: The efficient way of filling. [serial on the internet]. 2012 Aug [citado Nov 2013] Available from: URL: <http://thejmd.com/tetric-n-ceram-bulk-fill-the-efficient-way-of-filling/>
72. Consesa C P, Sánchez-Barriga M R, Bonilla R V, Herrera M M, Jimenez P A, Llamas C R. Estudio in vitro de la filtración marginal en 108 restauraciones de clase

Il simple para resinas compuestas, según diferentes técnicas de restauración.  
Quintessence 2000; 12(1): 17-30.