



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

**ANÁLISIS DESCRIPTIVO, IN VITRO AL MICROSCOPIO
ELECTRÓNICO DE BARRIDO (MEB), DEL SELLADO DE LA
PULPODENTINA CON BASE DE IONÓMERO VÍTREO
CONVENCIONAL Y MODIFICADO CON RESINA, BAJO UNA
RESTAURACIÓN DE COMPOSITE**

ÓSCAR GUILLERMO BASTIDAS ARRATIA

Tesis presentada a la Facultad de Odontología para optar al título de Cirujano
Dentista

Profesor Guía: Marcelo Bader Mattar

Santiago, Chile

2013

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios, por haberme dado la fuerza para continuar mi camino, a pesar de las dificultades.

Debo agradecer a mi familia, mi padre Óscar, mi madre Janet y mi hermana Paloma, que me apoyaron incondicionalmente, en especial en los momentos difíciles.

Al Dr. Marcelo Bader M., que en conjunto con la Dra. Patricia Moya, permitieron la realización de este estudio.

No puedo dejar de agradecer a mis grandes amigos que pude hacer durante los años de estudio, que me apoyaron de distintas formas para seguir adelante.

A todos ellos, muchas gracias.

ÍNDICE

RESUMEN.....	iv
INTRODUCCION.....	1
MARCO TEORICO.....	3
HIPOTESIS.....	23
OBJETIVO GENERAL.....	24
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	24
MATERIAL Y METODO.....	25
ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	30
DISCUSION.....	35
CONCLUSIONES.....	39
SUGERENCIAS.....	40
BIBLIOGRAFIA.....	41

RESUMEN

Se realizó un estudio descriptivo, observado en el microscopio electrónico de barrido (MEB), con el objetivo de analizar el grado de sellado dentinario que obtienen las bases cavitarias de cemento de vidrio ionómero, sometidas a la contracción de polimerización de la resina compuesta sobre ellas, comparando aquellos cementos de ionómero vítreo convencional con los modificados con resina.

Para obtener los datos, se utilizaron 5 terceros molares sanos recientemente extraídos, los que fueron conservados en una solución de suero fisiológico y formalina al 2%. A cada molar se le realizó una preparación cavitaria vestibular y otra palatina/lingual de 3 mm de profundidad, 3 mm en sentido cérvico-oclusal y 4 mm en sentido mesio-distal. Luego se aplicó como base, en una de las cavidades, el cemento de vidrio ionómero convencional y en la otra el cemento de vidrio ionómero modificado con resina, ambos con un espesor de 1 mm. Posteriormente se realizó el acondicionamiento de la preparación y la posterior aplicación de adhesivo, para finalizar utilizando la técnica incremental en la aplicación de la resina compuesta.

Terminadas las restauraciones, éstas fueron seccionadas con un disco diamantado, dejando un margen de 1 mm de diente alrededor de ellas, para obtener una muestra que pueda ser observada en el MEB. Así se obtuvieron dos poliedros de cada diente restaurado, cada uno con distinta base cavitaria. Éstos fueron procesados para poder ser observados al MEB y así obtener fotografías que permitieron tener un registro de lo analizado.

Finalmente se concluyó que existe un desalajo de la base cavitaria de vidrio ionómero, bajo una restauración de resina compuesta, tanto para el convencional como para el modificado con resina, siendo mayor en este último.

INTRODUCCIÓN

La caries es una enfermedad infectocontagiosa que afecta a la gran mayoría de la población mundial ⁽⁶⁾. Esta enfermedad produce un daño en las estructuras del diente, a través de un proceso continuo de desmineralización de sus componentes, lo que lleva a la aparición de una lesión, que al no ser detectada a tiempo, se hará irreversible ⁽⁸⁾. En tal caso, el Odontólogo debe eliminar todo el tejido afectado, lo que lleva consigo la exposición del complejo pulpo dentinario, haciendo fundamental su protección ⁽¹⁰⁾. Para tales efectos se consideran las siguientes opciones: selladores dentinarios, forros cavitarios o liners y bases cavitarias ^(1,2,10), utilizándose, básicamente, estas últimas, por otorgar un aislamiento electroquímico y térmico del complejo. Dentro de estas bases cavitarias se pueden mencionar los cementos de fosfato de zinc, los cementos de policarboxilato, cementos de óxido de zinc eugenol, el cemento de óxido de zinc eugenol reforzado y el cemento de vidrio ionómero. De todos ellos, este último es el más ampliamente utilizado ⁽¹⁾. Para mejorar las cualidades de estos cementos y también disminuir el tiempo de fraguado inicial, se le incorporó una resina, lo que permitió agregar nuevas características al material.

Una vez resuelto el problema de la protección del complejo pulpo dentinario, se debe pensar en la restauración de la pieza dentaria dañada, la que se puede realizar mediante un procedimiento directo o indirecto. Para el primer tipo de restauración se dispone de diferentes alternativas de materiales, dentro de las que se destacan las amalgamas, los ionómeros vítreos y las resinas compuestas, siendo estas últimas las más utilizadas, ya que con este material se logran obtener importantes requisitos que exige una restauración, los que consisten básicamente en: adaptarse a la preparación, lograr la unión con el tejido a restaurar, mimetizarse con el remanente dentario y recuperar la función ⁽³⁶⁾, sin embargo, las resinas compuestas presentan el problema de contraerse al momento de polimerizar a través de la fotoactivación, haciendo necesario tomar medidas de compensación y así no afectar el sellado marginal de la restauración.

Dentro de las medidas a considerar, se pueden mencionar: el acondicionamiento de la preparación dentaria y el uso de adhesivos específicos, la técnica incremental de aplicación de la resina compuesta y el uso de bases cavitarias elásticas, permitiendo de esta manera, la liberación del estrés generado por la contracción, haciendo posible una mejor adaptación a la cavidad y logrando un mejor sellado marginal.

Como se señaló, una de las alternativas para lograr el objetivo de liberar el estrés, es mediante el uso de una base cavitaria, para lo cual el material más utilizado es el cemento de ionómero vítreo. Este material se caracteriza por la liberación de flúor^(4,12,21), adhesión química a esmalte y dentina^(22, 23) y coeficiente de expansión térmica similar a la estructura dentaria⁽²¹⁾, entre otras características.

Sin embargo, al existir un grado de unión entre la base cavitaria de vidrio ionómero y la resina compuesta, el efecto de contracción de polimerización de esta última, podría provocar una separación del cemento, del piso dentinario, la que puede ser parcial o total, si es que el grado de adhesión del ionómero a la dentina, no es capaz de resistirla.

Es por este motivo que el presente estudio, de tipo descriptivo, observado al microscopio electrónico de barrido (MEB), buscó evaluar si la base cavitaria de vidrio ionómero fue capaz de soportar el efecto de contracción de la resina compuesta o si ésta cedió y ocurrió una separación con el piso de la preparación. Al mismo tiempo, se comparó el desempeño, ante esta situación, de aquellos cementos convencionales ó de fraguado químico, con aquellos modificados con resina.

MARCO TEÓRICO

La caries dental es la enfermedad crónica, de mayor frecuencia en la población chilena y en el mundo, afectando especialmente a los sectores de menores recursos.⁽⁶⁾

La caries es una enfermedad infectocontagiosa que provoca una pérdida localizada de miligramos de minerales en los dientes afectados, causada por ácidos orgánicos provenientes de la fermentación microbiana de los carbohidratos de la dieta. Esta enfermedad tiene un carácter multifactorial y es comúnmente crónica. Su aparición depende de tres factores primarios que son: un hospedero susceptible, representado por los dientes, la microbiota de la región o microorganismos y la dieta consumida. Estos tres factores primarios representan la clásica tríada de Keyes, a la cual se ha agregado un cuarto factor, que es el tiempo en que ellos coexisten.⁽⁷⁾

La caries provoca un deterioro progresivo en la estructura dentaria, que si no es detectado oportunamente, el daño que ocurrirá será irreversible, impidiendo la remineralización de los tejidos afectados.⁽⁸⁾

Cuando existe caries confinada sólo en esmalte, sin cavitación (lesión incipiente o mancha blanca), el tratamiento consiste en la aplicación periódica de fluoruros en gel o barnices y control, con el objetivo de que se produzca la reestructuración de los minerales afectados.^(6, 9)

Cuando esto no ocurre y ya se ha producido la cavitación, su tratamiento debe ser necesariamente quirúrgico, eliminando mecánicamente los tejidos irreversiblemente dañados y adoptando las medidas necesarias para que los tejidos remanentes permanezcan sanos. Sin embargo, esto dejará una secuela de la enfermedad sobre la pieza dañada, que se manifiesta por cavitación o pérdida de estructuras, la que puede ser de mayor o menor envergadura, según haya sido la severidad de la lesión.⁽⁸⁾

Una vez ocurrida la pérdida de continuidad, de los tejidos del diente, ó éste presenta una alteración de color, forma ó tamaño, es necesario restaurarlo con materiales y técnicas adecuadas. ⁽¹⁰⁾

Para que dicha rehabilitación cumpla con los requerimientos necesarios para perdurar en el tiempo, se plantean los siguientes objetivos para la Odontología Restauradora:

- Recuperar y mantener el equilibrio del Ecosistema Bucal.
- Devolver y mantener la salud del complejo pulpo-dentinario y de la estructura ósea peridentaria.
- Devolver la forma anatómica y función de las estructuras dentarias perdidas.
- Lograr integridad marginal entre el diente y la restauración.
- Obtener una armonía óptica entre el material restaurador y la estructura dentaria remanente. ⁽⁸⁾

El proceso de preparación de la pieza dentaria, para recibir una restauración, debe seguir los siguientes pasos:

- **Maniobras previas:** Se utiliza la técnica anestésica correspondiente al diente a tratar. Se procede al aislamiento absoluto de la región para impedir la contaminación de la preparación.
- **Apertura:** Se realizan las maniobras necesarias para abrir los tejidos duros y así exponer la lesión para su tratamiento.
- **Conformación:** Se demarca el contorno de la preparación considerando la profundidad de la misma y el margen a realizar, tomando en cuenta el tipo de restauración.
- **Extirpación de tejidos deficientes:** Terminada la conformación corresponde proceder a la extirpación de tejidos deficientes que pudieran haber quedado en el interior de la preparación.

- **Protección dentinopulpar:** Una vez eliminados los tejidos deficientes se procede a proteger los tejidos dentarios remanentes cercanos a la pulpa dental, lo que significa, en esencia, la protección dentinopulpar.
- **Retención o anclaje:** Se deben incluir en este momento las maniobras de retención o anclaje para subrayar la necesidad de proteger, en primer término, al órgano dentinopulpar y luego obtener las formas de retención y/o anclaje necesarias para complementar la estabilidad de la restauración.
- **Terminación de las paredes:** Las paredes que van a acoger la restauración, deben estar bien definidas y lisas, delimitando un piso cavitario y un ángulo axiopulpar.
- **Limpieza:** Este paso se realiza repetidas veces en todos los tiempos operatorios anteriores y consta de recurrir a materiales y elementos que permitan eliminar los agentes contaminantes y residuos infectados, de la preparación que se está realizando. ⁽¹⁰⁾

Es fundamental comprender que dentina y pulpa constituyen una misma entidad y que toda acción llevada a cabo sobre dentina repercutirá en la pulpa, de allí que siempre se va a generar un estímulo sobre pulpa cuando se utilizan procedimientos restauradores, es por ello que el Odontólogo debe conocer los peligros potenciales y tenerlos en cuenta para evitar el daño innecesario. ⁽¹⁾

La protección dentinopulpar involucra todas las maniobras, sustancias y materiales que se utilizan durante la preparación y restauración cavitaria y que tienden a recuperar y/o mantener la salud del órgano pulpar.

Esta protección se puede realizar de diferentes maneras, las cuales pueden ser a través de: ^(1,2,10)

I Selladores dentinarios:

Son recubrimientos de unos pocos micrones de espesor, que se emplean fundamentalmente para evitar el pasaje de sustancias químicas, bacterias y toxinas, a través de los conductos dentinarios. Además, al sellar los túbulos dentinarios, previenen la sensibilidad dentinaria postoperatorio. También, al ser

colocado sobre las paredes cavitarias, reducen la filtración marginal. Son aislantes eléctricos y reducen el galvanismo bucal en pacientes con restauraciones de diferentes metales.

Ejemplo de ellos, son los siguientes:

- a) Barnices: No son aislantes térmicos.
- b) Sistemas adhesivos

II Forros cavitarios:

Los forros cavitarios (“liners”) son recubrimientos que se colocan en espesores que no superan los 0.5mm. Además de las características que presentan los selladores dentinarios, los forros cavitarios pueden liberar fluoruros (acción preventiva) o actuar como bacteriostáticos y bactericida e inducir la formación de dentina terciaria (acción terapéutica).

Los forros cavitarios pueden ser cementos o resinas cuya reacción de endurecimiento, es activada en forma química, física o dual.

Los materiales más utilizados como forro cavitario son los siguientes:

- a) Cemento de Hidróxido de calcio fraguable.
- b) Cemento de vidrio ionómero tipo III.

III Bases cavitarias:

Consisten en cementos, cuya reacción de endurecimiento es activada en forma química, física o dual, que se colocan en espesores superiores a 1 mm. Al tener mayor espesor que los forros cavitarios, proveen aislamiento térmico y pueden actuar como sustituto de la dentina. Aumentan la rigidez del piso cavitario, rellenan socavados, refuerzan estructuras debilitadas y dan óptimo espesor al material de restauración, entre otras características.

Ejemplos de estos materiales, se pueden mencionar:

- a) Cemento de vidrio ionómero tipo III, que es el material de elección.
- b) Cemento de fosfato de zinc.
- c) Cemento de policarboxilato.
- d) Óxido de zinc eugenol.
- e) Óxido de zinc eugenol reforzado (IRM). ^(1, 2, 10)

Debido a que se necesita un material que cumpla con la mayor parte de los requerimientos de protección pulpo dentinaria, el cemento de vidrio ionómero es el más comúnmente utilizado, gracias a sus características específicas.

Composición del cemento de vidrio ionómero

I Polvo

Corresponde a un tipo de vidrio de fluor-alúmino-silicato que se forma calentando a 1100 – 1300 grados centígrados durante 40 a 150 minutos, partículas de cuarzo, alúmina, criolita, fluoruros metálicos y fosfatos metálicos, hasta que se unen en una masa única. Esa masa líquida se enfría bruscamente, resultando un vidrio de color blanco que después es triturado.

El tamaño de las partículas se encuentra entre 10 y 45 micrones, siendo las de menor tamaño, utilizadas para la composición de los ionómeros para cementación de restauraciones indirectas. Cuando la relación atómica Si/Al es menor que 2:1 estas partículas son susceptibles de liberar iones al ser atacado por ácidos. ^(11, 12)

En las formulaciones iniciales, el contenido de fluoruros era mayor del 20%, pero por este contenido de fluoruro de calcio (CaF_2) y la presencia de óxido de aluminio (Al_2O_3), tenían un alto grado de opacidad; actualmente contienen más sílice y menos flúor, lo que los hacen estéticamente más translúcidos, sin embargo, al darle una mayor translucidez, puede resultar en una menor dureza superficial. También se les puede dar radiopacidad con la incorporación de Estroncio, Bario o Lantano. ^(12, 13)

II Líquido:

Corresponde a una solución acuosa de polímeros de ácidos orgánicos. Esta solución se estructura de la siguiente manera:

- **Poliácidos:**

En los cementos de silicato se utilizaba ácido fosfórico, el cual fue reemplazado en los de vidrio ionómero, por ácidos polialquenoicos, que son más débiles, obteniendo un cemento menos irritante.

Los ácidos polialquenoicos o policarboxílicos, presentan múltiples grupos carboxilos en su estructura, lo que permite la adhesión química a la estructura dentaria. Estos ácidos están formados principalmente por homopolímeros (un solo compuesto que se repite) o copolímeros (dos compuestos repetidos) de ácidos mono, bi o tricarboxílicos insaturados.

Las características, del cemento obtenido, pueden variar según el poliácido utilizado en la fórmula. El ácido maleico es un ácido fuerte y activo, por lo que necesita menos vidrio reactivo que el ácido poliacrílico. El ácido itacónico aumenta la reactividad entre el ácido poliacrílico y las partículas de vidrio e inhibe la gelación del líquido durante su almacenamiento reduciendo también su viscosidad.

(1, 2, 14)

- **Agua:**

Sirve como medio de reacción inicial al permitir la ionización de los ácidos, y después, muy lentamente, participar en la hidratación de la matriz de enlaces cruzados, con lo cual incrementa la resistencia del material. ⁽²⁾

La cantidad de agua debe ser balanceada, debido a que puede afectar las propiedades finales del cemento. Tanto el exceso como la falta de agua, conducen a la obtención de cementos más débiles. Por otro lado, el exceso de agua también puede prolongar el tiempo de fraguado, de tal manera que controlando este factor,

se puede lograr cementos de fraguado más rápido y resistentes y más duraderos.
(2, 14, 16)

- **Aceleradores:**

De manera de contrarrestar el poco tiempo de manipulación y su largo tiempo de fraguado, se desarrollaron cementos con alto contenido de flúor (en el polvo) debido a su efectividad en el control del tiempo de trabajo y de fraguado, sin embargo, una consecuencia de esto, era la alta opacidad del cemento resultante.
(14)

A fin de poder controlar la reacción, se realizaron diversos experimentos, agregando diferentes ácidos en el líquido. Fue así como se llegó al uso del tartárico, siendo éste un regulador eficiente de la reacción química, prolongando el tiempo de trabajo, reduciendo el tiempo de fraguado y además aumentando la resistencia del cemento ya fraguado, ante el ataque ácido.

Actualmente algunos fabricantes utilizan la desecación del líquido por congelación y vacío para obtener un ácido anhídrico en forma de sólido. Este ácido es agregado al polvo, de manera que los dos constituyentes de la reacción quedan incorporados en el mismo frasco, los cuales reaccionan al momento de ser mezclados con agua destilada, siendo estos ionómeros vítreos llamados anhídricos.^(14, 17)

También este procedimiento se puede realizar de manera parcial, y el fabricante provee un líquido que es casi totalmente agua con una pequeña cantidad de ácido tartárico, ya que el resto de los componentes se encuentran en el polvo, siendo estos ionómeros vítreos llamados semianhídricos.⁽¹⁴⁾

La ventaja de estos ionómeros está en evitar el uso de líquidos bastante viscosos y algo difíciles de manipular, como son las soluciones de ácidos polialquenoicos. También tienen la ventaja que el fabricante tiene un mayor control sobre la proporción del ingrediente ácido, ya que este permanece siempre en la misma cantidad.⁽¹⁾

Reacción de fraguado:

La reacción de fraguado del cemento de vidrio ionómero convencional es compleja, por la variedad de compuestos químicos que presenta.

Esta es una reacción ácido-base entre el silicato de calcio-aluminio y el ácido poliacrílico.

Las sales que se generan, producto de dicha reacción, precipitan en forma de una masa dura y adhesiva. La naturaleza de los productos de este proceso pueden ser deducidos de la naturaleza de los compuestos químicos interactuantes. Los compuestos formados son sales de ácido poliacrílico y un gel de sílice. La estructura final del cemento de vidrio ionómero está compuesta por partículas de vidrio sin reaccionar, rodeadas por una matriz de poliacrilato y un gel de sílice. ^(18, 19)

La reacción del ácido poliacrílico con el calcio es rápida, aproximadamente cinco minutos, lo que produce la gelación y el fraguado inicial. Las sales de aluminio se forman a continuación, varias horas después y son las causantes del endurecimiento final del cemento. Esto último lo hace muy susceptible a ser soluble en agua en los inicios de la reacción de fraguado, ya que si existe contacto de la superficie con ésta, los iones calcio son arrastrados y perdidos de la formación del cemento. El daño generado es permanente y el cemento va a absorber agua, perderá su translucidez y la superficie debilitada sufrirá erosión. Por el contrario, si el ambiente crea condiciones de deshidratación, resultará en una pérdida de agua, la cual es necesaria para la formación del cemento. La deshidratación del cemento causa fisuras y grietas y la exposición a saliva causa una superficie resblandecida. Por estas razones es vital no perder agua, la cual es necesaria para la hidratación y las primeras etapas de la reacción de fraguado, al mismo tiempo, evitar el ingreso excesivo de ella, ya que puede alterar el intercambio iónico del cemento. Debido a esto, se debe proteger el cemento de vidrio ionómero recién fraguado, con una capa de adhesivo de fotopolimerización,

aunque también pueden ser usados barnices, pero no son tan efectivos como los sistemas de resinas hidrofóbicas. ^(19, 20)

De acuerdo a lo antes señalado, el proceso de fraguado puede ser dividido en tres etapas o fases superpuestas:

1. **Ataque del poliácido sobre las partículas del vidrio:** Resultando la separación de los iones formadores de cemento (Al_3 y Ca_2).
2. **Proceso de precipitación:** Enlace iónico de cationes y polianiones, precipitación de las sales, gelación y endurecimiento; los iones se van uniendo a los grupos – COOH y precipitan, formándose así una matriz de sales insolubles que rodean a un gel de sílice, que entre a su vez a las partículas del polvo.
3. **Hidratación de las sales y desarrollo de la dureza:** En esta etapa se produce una reacción secundaria con procesos de difusión iónica. Esto continúa por varios meses formándose así, una masa dura y adhesiva.

La liberación de iones es facilitada por el ácido tartárico, el cual forma complejos con los iones de calcio y aluminio constituyendo estructuras moleculares con las cadenas poliacrílicas. El fraguado inicial (gelación) es resultado de la tan compleja como débil cadena iónica, lo que es confirmado por el comportamiento viscoelástico del material recién formado. Luego este cemento madura durante las primeras 24 horas. La estructura final del cemento fraguado es compleja y las partículas originales de vidrio se hallan inmersas en un hidrogel de sílice y unidas por una matriz consistente en hidratos de calcio fluorados y aluminopoliacrilatos. ^(13, 19)

Cuando el cemento está totalmente endurecido (etapa 3) es imperturbable en los fluidos orales, no ocurriendo lo mismo en la segunda etapa, en la cual es muy vulnerable a la contaminación acuosa.

Es por esto que se deben remarcar dos hechos esenciales en el proceso de fraguado, los que determinarán el éxito, a largo plazo, de dicha reacción.

- a) Es necesaria la presencia de cierta cantidad de agua para que se desarrolle el fraguado del cemento, la cual es de aproximadamente el 24% de la composición del cemento de vidrio ionómero. ^(13, 21)

- b) Se trata de una reacción lenta, debido a la dificultad que tienen los iones liberados de los cristales, para difundir a través de la matriz. La progresiva rigidez que se desarrolla, hará que, sobre todo los iones con pesos moleculares y/o valencias mayores, tengan mayores dificultades para desplazarse a través de la red. Serán estos iones precisamente, los que produzcan un mayor grado de entrecruzamiento entre las diferentes moléculas, dando lugar a una red más estable y resistente. ^(2, 21)

Dentro de las propiedades más relevantes de estos cementos podemos mencionar:

- **Liberación de flúor:**

Esta proviene del fluoruro cálcico presente en su matriz, lo que le confiere propiedades anticariogénicas, que sólo se manifiestan alrededor de la preparación dentaria. ^(4,12, 21)

- **Adhesión química a esmalte y dentina:**

La cual es producida por medio de una unión iónica y polar. El principio de adhesión a la estructura dentaria consiste en formar complejos con el ion Ca de la hidroxiapatita, la cual es promovida por los grupos COOH del ácido poliacrílico. En la dentina, el colágeno contiene algunas cadenas libres que incluyen grupos COOH y NH₂, los que pueden proveer lugares para las interacciones adhesivas iónicas y covalentes. ^(22, 23)

- **Respuesta Biológica:**

El cemento de vidrio ionómero presenta buena respuesta pulpar y gingival. Aun siendo el PH inicial de 2, se explica que este cemento sea compatible con los tejidos pulpodentarios, por el alto peso molecular del ácido poliacrílico que le impide penetrar por los túbulos dentinarios, producto de la baja movilidad iónica de este.

Por otra parte, los grupos COOH del ácido reaccionan rápidamente con el calcio del esmalte, produciéndose una sal y una reacción exotérmica baja, no generándose calor. También se puede ocupar en zonas cervicales, sin producir irritación gingival, debido a que la placa bacteriana no puede unirse a este por su constante liberación de flúor. ^(21, 23)

- **Coefficiente de expansión térmica:**

Es similar al de la estructura dentaria y como consecuencia de ello, la estabilidad marginal es mayor. Los cementos de vidrio ionómero presentan una mínima contracción de fraguado, ya que en su reacción de fraguado este efecto es muy disminuido. ⁽²¹⁾

- **Hidratación y deshidratación:**

La gran desventaja de los cementos de vidrio ionómero es, precisamente, su gran sensibilidad a la humedad y a la deshidratación durante el periodo inicial de endurecimiento. Esta sensibilidad aparece durante el paso de los iones Ca y Al del polvo al ácido poliacrílico, donde finalmente estos iones quedan fijados. Si antes de lograr el endurecimiento del material, la superficie del cemento es contaminada con agua, esta lava y arrastran los iones de calcio y aluminio, con lo que ya no estarían disponibles para la formación del cemento de vidrio ionómero. Por lo tanto se deben adoptar una serie de medidas para proteger la obturación fresca de los fluidos orales mientras completa su fraguado. Pero además, para que el cemento tenga las propiedades adecuadas, es fundamental que no

haya una pérdida excesiva de agua, porque esta es necesaria para la hidratación durante la tercera etapa del fraguado. El desecado del cemento origina fisuras y grietas en la matriz de este, aumentando la susceptibilidad a las manchas y a la microfiltración, lo que nos lleva a concluir que es de vital importancia tanto no permitir una deshidratación como una hidratación en exceso. ^(21, 24)

Propiedades Mecánicas:

Buena resistencia a la compresión (140/200 MPa) y a la tensión diametral (146/160 MPa). Son inflexibles cuando se usan en un grosor suficiente, reemplazando adecuadamente a la dentina como base cavitaria. Su resistencia a la abrasión, es mayor a la de los cementos de policarboxilato y fosfato de zinc, y es similar a la de los cementos de silicato, pero menor que la presentada por las resinas compuestas.

Propiedades Químicas:

Poseen mayor resistencia frente al ataque de ácidos débiles, como por ejemplo el ácido láctico siempre presente en boca, en comparación a los cementos fosfato de zinc y silicatos, ya que una vez completado su fraguado son virtualmente insolubles en fluidos orales.

Adhesión:

Son capaces de generar unión a esmalte, dentina y a metales no nobles, lográndose una óptima unión con aleaciones de Cr-Ni. En caso de metales preciosos, la adhesividad debe ser mejorada galvanizando la superficie con estaño, obteniéndose uniones iónicas y polares. Además forma una excelente unión micro mecánica con la resina compuesta al ser utilizados en la técnica sándwich. ⁽¹⁵⁾

Existen diferentes tipos de cementos de vidrio ionómero, los que se clasifican según su indicación de uso clínico.

Clasificación de los cementos de vidrio ionómero:

Tipo I: Para cementación permanente

Se caracterizan por tener mayor fluidez y ser capaces de lograr una película de grosor mínima, para sellar la interfase diente/restauración. La fórmula de estos cementos suele tener polvos de vidrio de grano fino o de partícula pequeña, y su relación polvo/líquido es 1,5:1. ^(16,25)

Tipo II: Materiales de restauración

Se presentan con una relación polvo/líquido de 3:1 o mayor, para obtener mayor resistencia al desgaste y a la compresión. Se indica en zonas de baja carga oclusal o como restaurador temporal. También ha sido ampliamente utilizado en piezas primarias debido a su efecto anticariogénico y a la mínima preparación cavitaria que requieren, además del corto tiempo que permanecerá en boca por la exfoliación natural de dichas piezas. ^(16,25)

Dentro del tipo II existen dos subdivisiones

Tipo II₁ Estéticos:

Se utilizan donde la carga oclusal es mínima, por ejemplo: piezas temporales y restauraciones clase III y V. Dentro de los comercializados podemos mencionar por ejemplo: Fuji II, Fuji II LC, Vitremer y ChemFlex.

Tipo II₂ Reforzados:

Los cementos de vidrio ionómero no pueden soportar altas concentraciones de carga, lo cual favorece la formación de fracturas. Los cementos de vidrio ionómero se pueden reforzar mediante la incorporación física de una aleación de plata en el polvo, a la que se conoce como mezcla de aleación de plata, o

mediante la fusión de polvo de vidrio de partículas de plata, al sinterizado. Esta última fórmula se conoce como cermet. ^(2, 16, 25)

Tipo III: Materiales de fraguado rápido

Tipo III₁ Recubrimiento o liner:

La relación polvo/líquido utilizada es de 1.5:1. Se aplican como una fina capa de cemento, con un espesor que no supera los 0,5 mm. Este material no participa en la retención de la restauración, sino que el objetivo es ejercer una acción aislante, sellando los conductos dentinarios, protegiendo la pulpa y también logrando remineralización de la dentina.;

Tipo III₂ Base o sustitutos de dentina:

La relación polvo/líquido utilizada es de 3:1. La viscosidad y el espesor de la capa es mayor a 0.5 mm. Tienen mejores propiedades mecánicas y se utiliza para disminuir el espesor de la posterior restauración (Técnica Sandwich), para absorber la tensión causada por la contracción de polimerización y para amortiguar las fuerzas de la carga oclusal. También se puede utilizar para reconstruir muñones, solo rellenando socavados, nunca para aumentar el grosor o la altura de la preparación.

Tipo III₃ Sellante de fosas y fisuras:

Su acción remineralizante y antimicrobiana lo hacen un material ideal para prevenir la aparición de caries, pero la limitante es la viscosidad del material que disminuye su penetración por los surcos y fisuras de la anatomía oclusal. Por lo tanto, se utiliza principalmente como sellante temporal en piezas parcialmente erupcionadas o en pacientes no cooperadores. ^(16, 25)

Cementos de Vidrio Ionómero modificados con resina

En 1992 fue introducido un cemento de vidrio ionómero para restauración, cuya presentación comercial es similar a los cementos de fraguado químico (polvo y líquido), diferenciándose en la composición del líquido, ya que este contiene:

- Ácido poliacrílico que se encuentra en un 20 - 22%
- 2- Hidroximetilmetacrilato (HEMA) en un 20%
- 2.4 Trimetilhexametileno dicarbonato en un 5 - 7%
- Trietilenglicol dimetacrilato en un 4 - 6%. ⁽²⁶⁾

Estos cementos de vidrio ionómero no son de fotocurado, son materiales híbridos de vidrio ionómero convencional y una resina fotosensible y están compuestos aproximadamente en un 80% de cemento de vidrio ionómero y en un 20% de resina fotoactivada, y presentan una reacción ácido base y una de polimerización activada por luz. ^(27, 28)

Se sugiere que el mecanismo de adhesión a la dentina es mediante la unión que podría ocurrir entre los grupos carboxilos del líquido con el calcio dentinario, de igual forma que con los vidrio ionómeros convencionales. ⁽²²⁾

Los vidrio ionómeros modificados con resina, han incorporado en el líquido, polímeros de ácido poliacrílico modificado, que pueden copolimerizar con otras resinas.

Aproximadamente el 20% de la resina adicionada normalmente es Hidroxietilmetacrilato (HEMA) y Bis-GMA, junto con pequeñas cantidades de fotoiniciador (Canforquinona) y activadores especialmente de tipo aminas terciarias. El HEMA ayuda a disminuir la viscosidad del copolímero y además, es fuertemente hidrofílico, lo que se traduce en que este material tiende a formar un suave hidrogel, con rápida absorción de agua durante los primeros 5-7 días, después de la colocación, provocando ligera expansión de la restauración y posible incorporación de manchas en el corto tiempo. La temprana polimerización de la

matriz resinosa hace que este material pierda, en alguna medida, la sensibilidad a la humedad que poseen los vidrios ionómeros convencionales. ⁽²⁾

Estos cementos presentan una reacción de endurecimiento dual, es decir, se produce en dos estadios: primero se produce una polimerización del HEMA, activada por luz y posteriormente se continúa la reacción ácido-base del vidrio ionómero. ⁽²⁹⁾

La mezcla de polvo y líquido inicia una reacción ácido-base como en el cemento de vidrio ionómero convencional. La presencia del HEMA, contenido en el líquido, retarda esta reacción dando un prolongado tiempo de trabajo. La exposición a la luz, mediante la lámpara de fotocurado, provoca un rápido endurecimiento del material, debido a la polimerización del HEMA, y de los grupos metacrilatos. Aun después de la activación con luz, la reacción de fraguado químico continúa, y es ésta la responsable final de las propiedades físicas del cemento. La reacción ácido-base de estos cementos se completa en una semana aproximadamente, mientras que los cementos de vidrio ionómero convencionales se completa a las 24 horas. ⁽²⁹⁾

Estos materiales modificados con resina, sin embargo, continúan siendo cementos de vidrio ionómero, por su capacidad de fraguar sin activación de luz, pero esta reacción ocurriría más lentamente que los cementos tradicionales. ⁽²⁸⁾

La estructura química del cemento de vidrio ionómero modificado, luego de terminada la reacción de fraguado, está formada por una red de polímeros de hidrogel y poliacrilatos entrelazados con polihidroxietilmetacrilato. ⁽¹⁸⁾

Algunas de las propiedades mejoradas de estos cementos son:

- Mejor adhesión a los márgenes de la superficie a restaurar.
- Módulo de elasticidad desde 4.4 a 8.0 Gpa, cercano al de la estructura dentaria, teniendo el mismo grado de flexibilidad del diente. ^(2, 19)

Una vez lograda la correcta protección del complejo pulpo dentinario, habiendo utilizado los cementos de vidrio ionómero, debido a las características ya mencionadas, se requiere la restauración de la preparación realizada, para lo cual se deberá recurrir al uso de biomateriales dentales, que permitan que dicha pieza recupere su morfología, y a través de ello, su función y estética (según las expectativas del paciente), además de preservar también así, la salud y el equilibrio del ecosistema bucal ⁽⁸⁾. Hoy en día, dos aspectos tienen gran importancia en el desarrollo de nuevos biomateriales: uno es el aspecto estético, es decir, que sean lo más parecido posible a las estructuras dentarias, y el segundo, la posibilidad de obtener unión química primaria a los tejidos dentarios, de manera que al unirse íntimamente al diente, se elimine la interfase diente-restauración, y se evite la recurrencia de caries a ese nivel. Aunque se ha avanzado, todavía no se obtiene un material ideal. ⁽³⁰⁾

El material que cumple con la mayor parte de los requerimientos y el de mayor evolución en las últimas décadas, es la resina compuesta. Las resinas compuestas surgen en la década de 1960 y su empleo se ha ido incrementando progresivamente, hasta convertirse en el material más usado en restauraciones estéticas directas. ⁽³³⁾

Elas tienen sus orígenes en las resinas acrílicas, introducidas a la práctica Odontológica en 1945, la que consistía en una mezcla de finos granos de prepolímero (polvo), más un líquido, que contiene monómero de metacrilato de metilo, un agente de cadenas cruzadas y activadores, según fuera el sistema de polimerización ⁽¹⁷⁾. Sin embargo, estos materiales no satisfacían las expectativas clínicas y es así como se trató de incorporar un relleno a este monómero, con el fin de aumentar su resistencia mecánica y disminuir los cambios dimensionales atribuidos al metacrilato de metilo, y no es hasta la década de 1960 cuando R. L. Bowen sintetizó un nuevo monómero, derivado de la combinación de una molécula epóxica como el bisfenol A con un glicidil dimetacrilato. La molécula resultante fue denominada BisGMA y poseía un mayor peso molecular que los monómeros de

las resinas acrílicas. A ella se le agregaron partículas de relleno inorgánico, las que fueron tratadas superficialmente con un vinil silano, con el fin de permitir una buena unión entre ambas partes. ⁽³⁴⁾

De esta forma se lograba disminuir la contracción de polimerización, el alto coeficiente de expansión térmica y la baja resistencia mecánica, además del posible daño pulpar, todas estas propiedades atribuidas a las resinas acrílicas. ⁽³⁵⁾ Este nuevo polímero daba inicio a la era de las resinas compuestas, las que se definen como: “una combinación tridimensional de al menos dos materiales químicamente diferentes con una interfase distinta que une los componentes”. ⁽³⁶⁾ De acuerdo a esto, la composición de las resinas compuestas la constituyen tres fases a saber:

a. Matriz Orgánica:

Constituida por un monómero que puede ser BisGMA o un dimetacrilato de uretano (UDMA). Estos oligómeros de BisGMA y UDMA son líquidos muy viscosos, lo que hace que al ir incorporando el relleno, se produzca una masa poco trabajable, de allí que para controlar la consistencia de la pasta de composite, se les añaden monómeros de bajo peso molecular tales como el TEGDMA, el BISEMA6 o el BISEMA10, los que actúan como solventes del BisGMA o del DMU, controlando así su viscosidad, y permitiendo agregar mayores cantidades de relleno inorgánico, sin alterar la capacidad de trabajo del material resultante. Sin embargo, estos monómeros solventes, al ser de menor peso molecular, aumentan el grado de contracción del material al polimerizar, motivo por el cual su adición debe ser muy controlada para evitar un efecto negativo sobre esta propiedad.

Los oligómeros y monómeros reaccionarán formando un polímero, por la presencia de dobles enlaces entre los carbonos de los grupos terminales de cada uno de ellos.

b. Fase Inorgánica:

Constituida por las partículas de relleno inorgánico, tales como el cuarzo, sílice, silicato de litio aluminio y cristales de bario, estroncio, cinc o yterbio.

c. Fase de Unión o Acoplamiento:

Con el fin de conseguir una óptima unión entre el relleno inorgánico y la matriz polimérica, se tratan las superficies de los rellenos, de manera de transformar su superficie organofóbica en una organofílica. El tratamiento más corriente es el que utiliza un derivado de silano, que corresponde a una molécula bifuncional, la que puede reaccionar con el relleno inorgánico y la matriz orgánica simultáneamente, consiguiendo de ese modo el acoplamiento del relleno y la matriz. ⁽⁸⁾

A pesar de las características favorables, como material restaurador, de las resinas compuestas, éstas no logran la deseada unión química con el tejido dentario, y es por esta razón que se recurre a lograr adhesión, del tipo micromecánico, que se obtiene a través de las técnicas de grabado ácido y el uso de adhesivos a esmalte y a dentina ⁽³¹⁾. Sin embargo, este tipo de biomaterial restaurador no elimina la interfase con el diente, debido a los fenómenos de contracción que sufre al polimerizar, lo que se traduce en un sellado marginal imperfecto, que permite la aparición de una brecha con la consiguiente infiltración marginal ⁽¹⁰⁾. Este proceso se conoce como microfiltración y es definido como un pasaje, clínicamente indetectable, de bacterias, fluidos, moléculas y/o iones entre las paredes cavitarias y el material de restauración aplicado. Este fenómeno puede traer consecuencias tales como sensibilidad dentaria, irritación pulpar, permitir el paso de bacterias a través del margen de la restauración, que pueden producir caries recurrentes y contribuir a la corrosión, disolución o decoloración de ciertos materiales dentales. ⁽³²⁾

Dentro de las formas de compensar esta contracción de polimerización de las resinas compuestas y así evitar la microfiltración, están las de acondicionar el

tejido que va a alojar el material restaurador junto con la aplicación de un adhesivo, el uso de la técnica de restauración incremental y/o la utilización de bases cavitarias elásticas que sean capaces de soportar esta contracción, sin que se fracturen o desalojen, de ahí la importancia de la utilización de los cementos de vidrio ionómero, porque presentan un módulo de elasticidad similar a la dentina, dejando menores opciones a su desalajo y al mismo tiempo por tener un adecuado efecto protector para el complejo pulpo dentinario. El problema que presentan estas bases es su prolongado tiempo de fraguado, sin embargo, se crearon cementos de vidrio ionómero híbridos, los que han sido modificados con resina, que permitió disminuir el tiempo del fraguado inicial, haciéndolo prácticamente inmediato, al ser polimerizado a través de la fotoactivación. Al incorporar una resina al cemento, se le agrega el problema inicial de los composites, que es el de la contracción al polimerizarse, junto con esto, la unión con el material restaurador será mayor al presentar composiciones similares. Por lo que es posible, que al restaurar con resina compuesta, sobre una base cavitaria de cemento de vidrio ionómero, se logre una adecuada unión entre los materiales y que producto de la contracción al polimerizarse, podría desalojarla del piso cavitario, siendo más probable en aquellos cementos modificados con resina. Frente a esta situación es que este estudio, de tipo descriptivo, se planteó el problema de la correcta adaptación de la base cavitaria de vidrio ionómero, al piso de la preparación, después de haber sido restaurada con resina compuesta y haber sufrido el efecto de la contracción de polimerización, buscando evaluar el grado de sellado dentinario y así observar si el cemento logró soportar este efecto, sin desalojarse o presentando disrupciones ó simplemente cedió y ocurrió una discrepancia con el piso cavitario, comparando aquellos cementos de vidrio ionómero convencional de los modificados con resina, observados en el microscopio electrónico de barrido (MEB).

HIPÓTESIS

Los ionómeros vítreos utilizados como base de protección pulpodentinaria, soportan la contracción de polimerización de las resinas compuestas sobre ellas, sin separarse de la dentina.

OBJETIVO GENERAL

- Observar el grado de sellado dentinario de la base de cemento de vidrio ionómero, al restaurar con resina compuesta y comparar aquellos convencionales de los modificados con resina.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el grado de sellado dentinario logrado con el cemento de vidrio ionómero convencional, bajo una restauración de resina compuesta.
- Determinar el grado de sellado dentinario logrado con el cemento de vidrio ionómero modificado con resina, bajo una restauración de resina compuesta.
- Comparar el grado de sellado dentinario obtenido por el cemento de vidrio ionómero convencional y el obtenido por el cemento de vidrio ionómero modificado con resina.

MATERIAL y MÉTODO

I Tipo de Diseño

Este estudio tiene un diseño de tipo descriptivo, observado en el MEB.

II Muestra

La muestra corresponde a terceros molares humanos, que fueron obtenidos bajo el consentimiento de los pacientes, para ser utilizados con fines de investigación. Su conservación se realizó almacenando las piezas dentarias en una solución de suero fisiológico y formalina al 2%.

Para el estudio, se utilizaron 5 terceros molares sanos, de los cuales se tomaron 5 muestras para aplicar el cemento de vidrio ionómero convencional y 5 muestras para aplicar el cemento de vidrio ionómero modificado con resina.

III Variables

Las variables a estudiar son:

- Grado de sellado dentinario
- Cementos de vidrio ionómero convencional y modificado con resina.

Variable	Definición	Dimensiones	Instrumento
Grado de sellado dentinario de los diferentes cementos de vidrio ionómero, con el piso dentinario, bajo una restauración de resina compuesta	Nivel de unión micromecánico que obtiene la base cavitaria con el piso dentinario, para poder otorgar la protección térmica y electroquímica, al complejo pulpo dentinario	Unión medida en um	Microscopio Electrónico de Barrido (MEB), las muestras fueron observadas hasta un aumento de 2000x.
Tipos de cemento de vidrio ionómero	Principal material utilizado como base cavitaria por sus características como	1. Cemento de Vidrio Ionómero Convencional.	

	aislante térmico y electroquímico, junto con su liberación de flúor.	2. Cemento de Vidrio Ionómero Modificado con Resina.	
--	--	--	--

IV Recolección de datos

Preparación inicial de las muestras.

A cada molar se le realizó una cavidad vestibular y otra lingual/palatina con las siguientes dimensiones: 4mm de extensión mesio-distal, 3mm de altura cervico-oclusal y 3mm de profundidad.

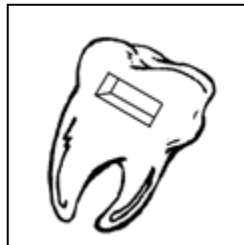


Fig. 1 Se muestra esquemáticamente la cavidad que se realizó en una de las caras del diente.

De esta forma permite la aplicación de la base cavitaria con un espesor de 1mm y la diferencia para el material restaurador. Se utilizó alta velocidad con refrigeración en spray, usando una fresa redonda de diamante para el esmalte y una fresa redonda de carburo-tungsteno para profundizar en dentina, para luego otorgarle homogeneidad a las paredes con una fresa cilíndrica de carburo-tungsteno con extremo plano.

Una vez realizada la preparación, se procedió a aplicar la base de ionómero vítreo convencional, Ketac Molar, en una de las caras de cada molar utilizado en este estudio, preparado de acuerdo a las indicaciones del fabricante, esperando 8 minutos para su fraguado total, con cuidado de sólo aplicarlo en el piso cavitario y no en las paredes; después se aplicó el ionómero modificado con resina, Vitremer, en la otra cara de cada molar, mezclado según el fabricante, para luego ser fotoactivado, durante 20 segundos, previa la aplicación del primer y su

fotopolimerización. Una vez puesta la base cavitaria, se continuó con el proceso de restauración del diente, utilizando la técnica de grabado total, donde se aplicó primero al esmalte, durante 10 segundos, para luego aplicarlo a la dentina por otros 10 segundos, dejando un total de 20 segundos en esmalte. Posteriormente se procedió a la aplicación del adhesivo Singlebond, de un paso, frotándolo por un período de 30 segundos la primera capa y sometida a aire comprimido por 10 segundos, para luego aplicar una segunda capa para posteriormente ser fotopolimerizado durante 20 segundos. Luego se procedió a aplicar la resina compuesta con la técnica por incrementos, donde se aplicaron 3 incrementos, polimerizados por 20 segundos los dos primeros y el último, por 40 segundos.

Preparación de las muestras para la observación

Una vez aplicados los materiales a la pieza dentaria, se procedió a obtener las muestras para poder ser llevadas y observadas en el MEB. Se utilizó un disco diamantado de corte para poder obtener un poliedro, el que tiene un margen de 1mm de los materiales a observar.

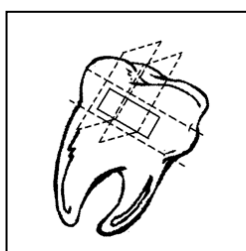


Fig. 2

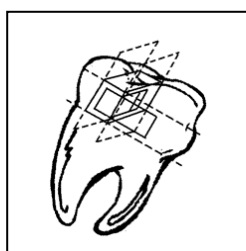


Fig.3

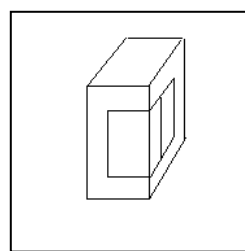


Fig.4

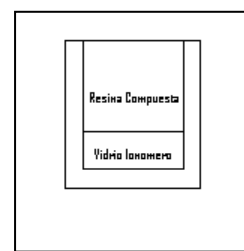


Fig.5

Esquema de preparación de las muestras

En la Fig.2 se muestra el sentido transversal y sagital de los cortes que se realizaron en el diente para obtener las muestras, dejando 1mm de remanente dentario para que acogiera a los materiales analizados. La Fig.3 muestra el poliedro que se busca obtener al realizar los cortes. La Fig.4 muestra el poliedro obtenido luego de finalizados los cortes. La Fig.5 esquematiza la superficie del poliedro que será observada en el MEB, con los materiales expuestos y el remanente dentario que los acoge.

De esta forma se obtuvieron 5 muestras que contienen de base cavitaria cemento de vidrio ionómero convencional y otras 5 muestras con cemento de vidrio ionómero modificado con resina.

Estas muestras fueron llevadas al MEB, las que para ser observadas, fueron procesadas, aplicándoles los metales oro y paladio, en una fina capa, con el fin de hacerlas conductoras, lo que evita que el haz de electrones que incide sobre su superficie se desvíe, alterando la formación de la imagen.



Fig.6 Se muestra una imagen del MEB utilizado en este estudio, confeccionado en Alemania Occidental, marca Zeiss, modelo 940.

Las muestras fueron montadas en 3 portamuestras.



Fig.7



Fig.8

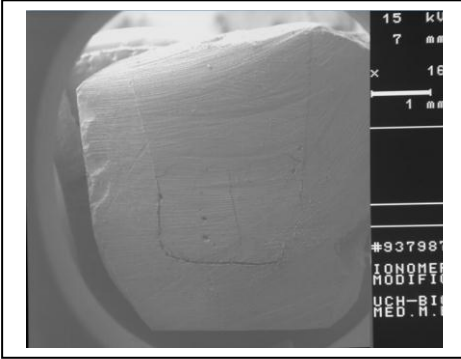
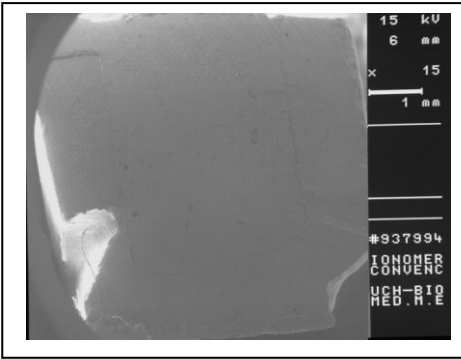
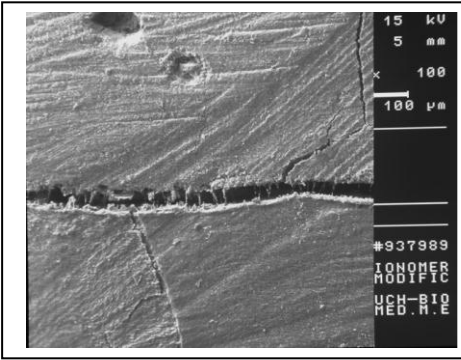
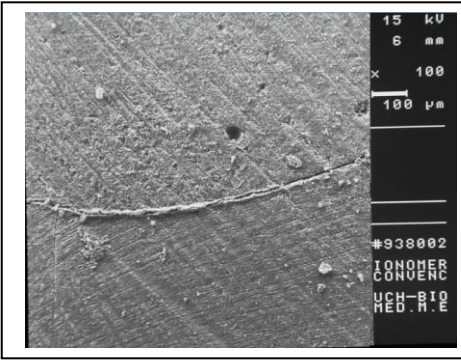
La Fig.7 es una fotografía de las muestras procesadas con oro y paladio (metalizadas) y montadas en el portamuestras. La Fig.8 es una fotografía de las muestras puestas al interior del MEB.

El análisis se realizó con aumentos hasta 2000x, para obtener algunas fotografías de zonas representativas de las muestras.

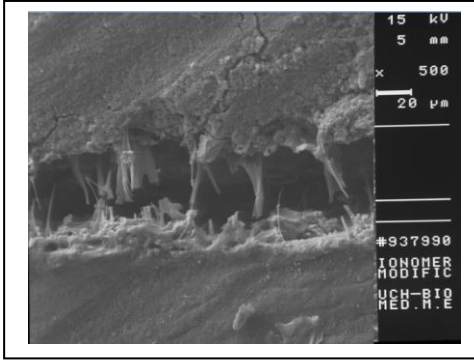
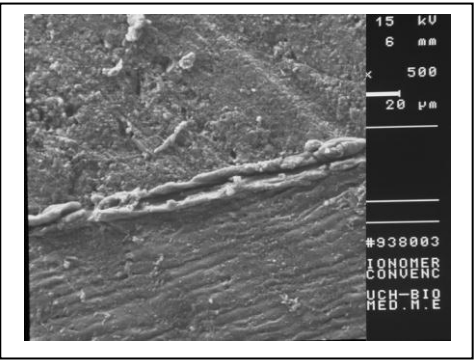
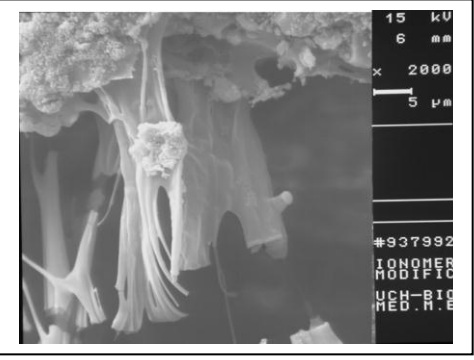
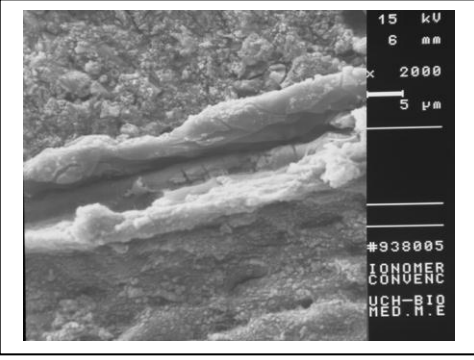
El MEB utilizado en este estudio se encuentra en el laboratorio de Microscopía Electrónica CESAT-ICBM, de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

RESULTADOS

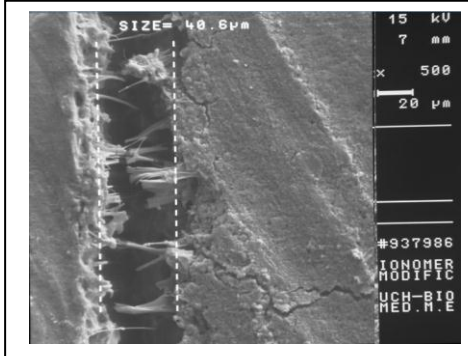
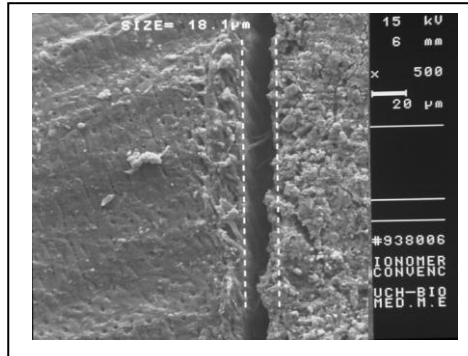
Las preparaciones fueron observadas en el MEB, hasta un aumento de 2000x, obteniendo imágenes que se presentan a continuación.

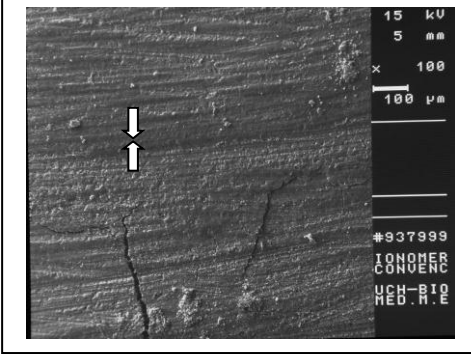
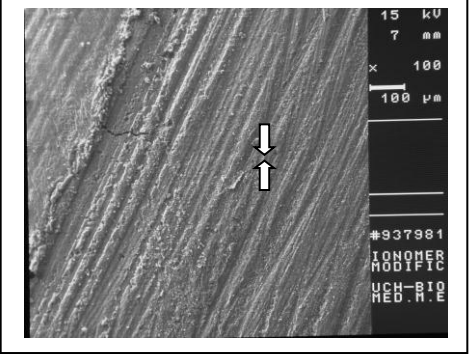
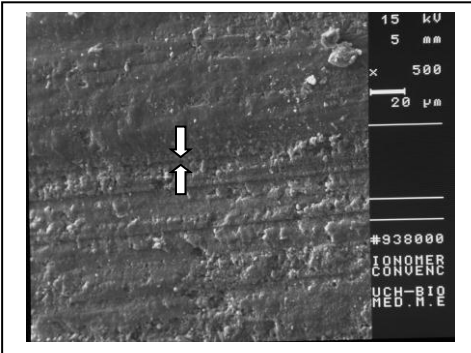
Imagen	Cemento de Vidrio Ionómero Modificado	Cemento de Vidrio Ionómero Convencional
15x – 16x	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Fig.9 En esta imagen se puede observar la preparación dentaria restaurada con dos materiales, diferenciados por su densidad, siendo el inferior el cemento de vidrio ionómero convencional y el superior, la resina compuesta. También permite observar una discrepancia en la unión del ionómero con la dentina, lo que no se observa a nivel de la resina.</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Fig.10 En esta imagen se logra observar con dificultad la conformación de la preparación dentaria sin lograr determinar si existe una separación entre la dentina y el cemento, haciendo difícil su apreciación con este aumento. La densidad de los distintos materiales es similar, sin permitir observar una línea de distinción entre éstos.</p>
100x	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Fig.11 Esta imagen enfoca la observación en la unión del cemento de vidrio ionómero modificado, con la</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Fig.12 Esta imagen permite apreciar una separación del cemento de vidrio ionómero convencional del piso</p>

	dentina. Se logra observar una evidente brecha entre el material y el piso dentinario, observándose el agente imprimante desgarrado.	dentinario, pero no de forma clara y nítida.
--	--	--

Imagen	Cemento de Vidrio Ionómero Modificado	Cemento de Vidrio Ionómero Convencional
500x	 <p>Fig.13 En esta imagen se observa una evidente discrepancia entre el piso dentinario de la preparación con el cemento de vidrio ionómero modificado con resina, mostrando un claro desalajo, con el agente imprimante totalmente desgarrado del piso cavitario.</p>	 <p>Fig.14 En esta imagen se observa una discrepancia entre el piso dentinario y el cemento de vidrio ionómero convencional. También se observa la capa de imprimación del primer del cemento utilizado (Vitremmer).</p>
2000x	 <p>Fig. 15 En esta imagen se puede observar con mayor detalle, el agente imprimante totalmente desgarrado,</p>	 <p>Fig.16 En esta imagen se enfoca la brecha originada entre el piso dentinario y el cemento convencional. Se logra</p>

	semejándose a un manojo de fibras.	apreciar que en el fondo de esta discrepancia, el espacio generado, disminuye.
--	------------------------------------	--

Medición	Cemento de Vidrio Ionómero Modificado	Cemento de Vidrio Ionómero Convencional
Brecha	 <p>Fig.17 En esta imagen se cambió la orientación de lo observado, para lograr medir la brecha originada entre el piso dentinario y el cemento de vidrio ionómero modificado con resina, obteniendo como resultado 40.6um de grosor.</p>	 <p>Fig.18 En esta imagen también se cambió su orientación para lograr medir la brecha originada, obteniendo como resultado 18.1um de grosor.</p>

Unión V.I – R.C	Cemento de Vidrio Ionómero Convencional	Cemento de Vidrio Ionómero Modificado
100x	 <p>Fig.19 En esta imagen se logra observar una excelente unión entre la resina compuesta y el cemento de vidrio ionómero convencional, haciéndose perceptible por las diferentes densidades de los materiales. Para facilitar la delimitación de cada material, se pusieron flechas de color blanco, con orientación opuesta, que permiten indicar la delimitación.</p>	 <p>Fig.20 En esta imagen se observa la unión entre la resina compuesta y el cemento de vidrio ionómero modificado con resina, la que prácticamente es imperceptible, porque los materiales son de composiciones similares, haciendo que su densidad también lo sea. Para indicar su difícil delimitación, se pusieron flechas de color blanco sobre la imagen, con orientaciones opuestas para indicar el punto de separación de los materiales.</p>
500x	 <p>Fig.21 En esta imagen se enfocó la observación en la unión entre los materiales utilizados en este estudio, logrando apreciar que están íntimamente unidos y que aún con este aumento es difícil de precisar, para lo cual se pusieron flechas de color blanco con orientaciones opuestas que indican</p>	

	la delimitación de éstos.	
--	---------------------------	--

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La caries es una enfermedad infectocontagiosa que afecta a la gran mayoría de la población mundial. Al momento en que esta enfermedad logra generar una lesión irreversible en el tejido dentario, el odontólogo debe eliminar el tejido afectado, generando una cavidad en el diente, el que luego debe ser restaurado para lograr devolverle la función y de esta forma pueda mantener un comportamiento similar al de un diente sano. El hecho de generar una cavidad, donde se compromete tanto el esmalte como la dentina, ocasiona en sí, un daño indirecto al complejo pulpodentinario, que es el compartimento que alberga a la pulpa dental con su compleja red de vasos, nervios y células, motivo por el cual debe ser protegido para lograr mantener la vitalidad del diente y su función y de esta forma, permanecer ausente de molestias para el paciente. Para lograr la protección del complejo pulpodentinario, es que se utilizan biomateriales que cumplan esa función, siendo el cemento de vidrio ionómero el más ampliamente utilizado. Sobre este material, que actuaría como base cavitaria, se debe restaurar el diente con un material que sea similar al color del diente y que permita cumplir la función normal de éste, para lo cual se utiliza la resina compuesta, que es el material más estudiado y evolucionado en la actualidad. Para que la resina compuesta sea activada, requiere de la acción de luz, por lo que es fotoactivada, este proceso de polimerización permite que se genere una característica no deseada para este material, la cual es la de contraerse al momento de polimerizarse, a este proceso se le denomina contracción de polimerización, la que permitiría sugerir que su magnitud podría ser tal, que sería capaz de suprimir la unión establecida entre la base cavitaria de cemento de vidrio ionómero y el piso dentinario de la preparación dentaria, originándose así, una discrepancia con el piso dentinario, eliminando el sellado del complejo pulpodentinario, que es el objetivo principal de la base cavitaria, lo que impediría realizar su labor de protección del complejo y de esta forma perder las características deseadas para el material, como lo son el hecho de ser un aislante térmico y electroquímico,

permitir el sellado dentinario, entre otras, ocasionándose de esta manera, una microfiltración, que llevada a una situación clínica, podría ser el origen de caries secundaria, cambio de coloración de la pieza dentaria y sensibilidad postoperatoria.

En el presente trabajo se tuvo como objetivo evaluar la interfase de sellado dentinario entre el piso de la preparación y la base cavitaria, sometida a la contracción de polimerización de la resina compuesta sobre ella. Se utilizó cemento de vidrio ionómero convencional y cemento de vidrio ionómero modificado con resina, como base cavitaria, para así comparar el rendimiento obtenido en la mantención del sellado y protección del complejo pulpodentinario. Los datos obtenidos fueron a través del análisis de imágenes en el MEB, capturando fotografías de las zonas representativas para este estudio. De acuerdo a lo observado se obtuvieron resultados insatisfactorios en la mantención del sellado del complejo pulpodentinario, puesto que en ambos casos, tanto para el cemento de vidrio ionómero convencional, como para el cemento de vidrio ionómero modificado con resina, se observó una separación de éstos del piso dentinario, obteniendo mejores resultados en aquel cemento convencional, ya que la brecha originada entre el piso dentinario y la base cavitaria, fue medida y se logró apreciar que su separación era prácticamente un 50% menor, que el resultado obtenido por el cemento de vidrio ionómero modificado con resina.

Estos resultados no se corresponderían con un estudio realizado en Japón en 1994, por M. HOTTA y M. AONO ⁽²³⁾, donde compararon un grupo de cementos de vidrio ionómero convencional, de distintas marcas, y otro grupo de cementos modificado con resina, bajo una restauración de resina compuesta; ese trabajo le otorga un mejor rendimiento al cemento modificado con resina, en todas sus versiones, teniendo como posible respuesta, el obtener una adhesión instantánea al piso dentinario, la que le otorgaría una mayor resistencia a la contracción de polimerización.

Asimismo, en otro estudio realizado por PCP Sampaio et. Al. ⁽³⁷⁾, puso a prueba la unión de la base cavitaria de cemento de vidrio ionómero con el piso

dentinario, bajo una restauración de resina compuesta, sometiendo las muestras a procesos de termociclado, emulando lo que ocurriría en la cavidad oral durante un año. Ese estudio obtuvo como resultados que tanto en el uso de cemento de vidrio ionómero convencional, como en el cemento de vidrio ionómero modificado con resina, se originó una discrepancia que la denominaron microfiltración, lo que les permitió sugerir que el uso de cementos de vidrio ionómero aumentaría la probabilidad de generar esta microfiltración. A pesar que en ambos materiales se originó una pérdida de la interfase de la base cavitaria con el piso dentinario, obtuvieron mejores resultados en aquellos cementos modificados con resina, donde fue menor el número de estas discrepancias y el tamaño de éstas.

Al analizar otros aspectos relacionados al presente estudio, se logró observar que la unión obtenida entre el cemento de vidrio ionómero y la resina compuesta, era notoriamente eficiente, haciendo difícil la delimitación entre los materiales, tanto para el cemento de vidrio ionómero convencional, como para el cemento de vidrio ionómero modificado con resina, permitiendo sugerir que al lograr esta unión tan íntima, el efecto de la contracción de polimerización de la resina compuesta, podría generar el desprendimiento de la base cavitaria del piso dentinario, pudiendo ser más relevante en aquel cemento modificado con resina, ya que sufriría de la contracción propia, sumada a la de la resina compuesta sobre el.

Estos resultados, en el nivel de unión entre el cemento de vidrio ionómero y la resina compuesta, serían similares a los obtenidos en el trabajo realizado por Ronald E. Kerby y Lisa Knobloch ⁽³⁸⁾, que observaron la unión establecida entre estos materiales y que luego los sometieron a pruebas de cizallamiento, en esta última prueba pudieron medir que la unión obtenida entre el cemento de vidrio ionómero modificado con resina era significativamente mayor que la establecida con el cemento de vidrio ionómero convencional.

Analizando los datos obtenidos en nuestro estudio, éstos también podrían haber sido influenciados por otros factores no evaluados en este trabajo, como lo son el barro dentinario que pudo haber quedado una vez realizada la cavidad

dentaria y que podría tener algún grado de influencia en los resultados. En cuanto al procesamiento de las muestras que se realizó en este estudio, se le podría otorgar un grado de influencia, el hecho que para poder ser observadas en el MEB de la Universidad de Chile, requiere un desecamiento absoluto de éstas, para evitar e impedir la deformación de la imagen, este hecho podría haber tenido algún tipo de incidencia en los resultados observados, puesto que el cemento de vidrio ionómero es menos resistente a la falta de humedad, que la resina compuesta.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, con la metodología utilizada en el presente estudio, se podría concluir que:

- Se logró observar una íntima unión entre el cemento y la resina compuesta, tanto para el cemento de vidrio ionómero convencional, como para el cemento de vidrio ionómero modificado con resina.
- La unión de la interfase base cavitaria de cemento de vidrio ionómero con el piso dentinario, fue alterada por la contracción de polimerización de la resina compuesta, generándose una brecha en los dos materiales observados.
- Se logró apreciar una mayor discrepancia en el cemento de vidrio ionómero modificado con resina.
- Se rechaza la hipótesis, puesto que el sellado dentinario obtenido con la base cavitaria de cemento de vidrio ionómero, fue alterado, originándose una discrepancia, tanto para aquel convencional, como para el modificado con resina.

SUGERENCIAS

- Realizar el mismo estudio con una muestra más amplia.
- Realizar el mismo estudio mediante el uso de réplicas en resina epóxica de las muestras obtenidas de las restauraciones, para evitar el efecto del desecado necesario para la observación en el MEB.
- Realizar otro estudio utilizando otras marcas de materiales y compararlas.
- Realizar otro estudio utilizando un agente imprimante para el cemento de vidrio ionómero convencional, para otorgarle menos probabilidades de desalojo del piso dentinario.

BIBLIOGRAFÍA

1. Macchi R. Materiales dentales. 3ª. ed. Editorial Panamericana; 2000.
2. Anusavice K. La ciencia de los materiales dentales. 10ª. ed. Madrid, España: Elsevier; 1998.
3. Prati C, Fava F, Di Gioia D, Selighini M, Pashley D. Antibacterial effectiveness of dentin bonding systems. Dental Materials: Official Publication Of The Academy Of Dental Materials.1993, Nov; 9(6): 338-343.
4. Forsten L. Short- and long-term fluoride release from glass ionomers and other fluoride-containing filling materials in vitro. Scandinavian Journal Of Dental Research.1990, Apr; 98(2): 179-185.
5. MacorraJC. Nuevos materiales a base de Vidrio Ionómero: Vidrios Ionómeros híbridos y Resinas compuestas modificadas. Revista Europea de Odonto-Estomatología.1995; 7(5): 97-109.
6. Moncada G, Urzúa I. Cariología Clínica. Santiago, Chile; 2008.
7. Mariné A, Stanke F, Urzuá I. Caries: Tratamiento de una enfermedad infectocontagiosa. Chile: Facultad de Odontología. Universidad de Chile; 1997.
8. Astorga C, Bader M, Baeza R,Ehrmantraut M. et al. Texto de biomateriales odontológicos. Chile: Facultad de Odontología Universidad de Chile; 1996.
9. Duque de Estrada J, Hidalgo-Gato I, Perez J. Técnicas actuales utilizadas en el tratamiento de la caries dental. Revista Cubana Estomatología. 2006; 43(2):188-197.
10. Barrancos J. Operatoria Dental. 4a. ed. Buenos Aires, Argentina: Panamericana; 2008.
11. Matis B, Cochran M, Carlson T. Longevity of glass-ionomer restorative materials: Results of a 10-year evaluation. Quintessence International. 1996, June; 27(6): 373-382.
12. Huerta G. Análisis comparativo in vitro del sellado marginal a nivel cervical de restauraciones ocluso-proximales de resina compuesta con y sin base de ionómero vítreo. Trabajo de investigación requisito para optar al título de

- cirujano dentista. Santiago, Chile: Universidad Finis Terrae, Facultad de Odontología; 2010.
13. Smith D. Composition and characteristics of glass ionomer cements. *Journal Of The American Dental Association*. 1990, Jan; 120(1): 20-22.
 14. Wilson A. A hard decade's work: steps in the invention of the glass-ionomer cement. *Journal Of Dental Research*. 1996, Oct; 75(10): 1723-1727.
 15. Bacriswyl, P. Estudio entre un cemento de vidrio ionómero para restauración de fotocurado con uno de fraguado químico Trabajo de investigación para optar al título de cirujano dentista; Chile: Universidad de Chile, Facultad de Odontología; 1993.
 16. Nosas M, Espasa E, Boj J, Hernandez M. Actualización en cementos de Ionómero de Vidrio de Odontopediatría. *España Dentum*. 2006; 6: 104-10.
 17. Ramírez, M. Análisis comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de restauraciones de vidrio ionómero con y sin el uso de acondicionador dentinario. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista; Chile: Universidad de Chile, Facultad de Odontología; 2009.
 18. Motzfeld R. Vidrio ionómero, indicaciones clínicas actuales en odontología restauradora. *Revista Dental Chilena*. 1990; 74-78.
 19. Torres C. Análisis comparativo in vitro de la resistencia al cizallamiento de restauraciones de vidrio ionómerofotoactivado, versus un vidrio ionómero convencional. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista. Chile: Universidad de Chile, Facultad de Odontología; 2002.
 20. McLean J. The clinical use of glass-ionomer cements--future and current developments. *Clinical Materials*. 1991; 7(4): 283-288.
 21. McLean J. Glass-ionomer cement. *Die Quintessenz*. 1989, Aug; 40(8): 1415-1426.
 22. Tyas M, Burrow M. Clinical evaluation of a resin-modified glass ionomer adhesive system: results at five years. *Operative Dentistry*. 2002, Sep; 27(5): 438-441.

23. Hotta M, Aono M. Adaptation to the cavity floor of the light-cured glass ionomer cement base under a composite restoration. *Journal Of Oral Rehabilitation*. 1994, Nov; 21(6): 679-685.
24. Øilo G, Chung Moon U. Bond strength of glass-ionomer cement and composite resin combinations. *Quintessence International*. 1992; 23(9): 633-639.
25. Carrillo C. Actualización sobre los Cementos de Ionómero de Vidrio, 30 años (1969-1999), Toluca, México. *Revista ADM*. 2000 Abril; 57: 65-71.
26. Diaz-Arnold A, Holmes D, Wistrom D, Swift E. Short-term fluoride release/uptake of glass ionomer restoratives. *Dental Materials: Official Publication Of The Academy Of Dental Materials*. 1995, Mar; 11(2): 96-101.
27. Abdalla A, Alhadainy H. Clinical evaluation of hybrid ionomer restoratives in Class V abrasion lesions: two-year results. *Quintessence International (Berlin, Germany: 1985)*. 1997, Apr; 28(4): 255-258.
28. Yap A, Sim C, Loganathan V. Color stability of a resin-modified glass ionomer cement. *Operative Dentistry*. 2001, Nov; 26(6): 591-596.
29. Bourke A, Walls A, McCabe J. Light-activated glass polyalkenoate (ionomer) cements: the setting reaction. *Journal OfDenti.stry*. 1992, Apr; 20(2): 115-120.
30. Ehrmantraut M, Bader M. Unidad de resinas compuestas. Área de Biomateriales Odontológicos. Chile: Facultad de Odontología Universidad de Chile; 2002.
31. Barrios U. Estudio comparativo in vitro de la microfiltración de restauraciones en resina compuesta realizadas con técnica adhesiva con grabado ácido total v/s un sistema adhesivo autograbante. Trabajo de investigación para optar el título de Cirujano Dentista. Chile: Facultad de Odontología Universidad de Chile; 2004.
32. Yazici R, Baseren M, Dayangaç B. The effect of current-generation bonding systems on microleakage of resin composite restorations. *Quintessence International*. 2002, Nov; 33(10): 763-769.

33. Swift E, Perdigão J, Heymann H. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. Quintessence International (Berlin, Germany: 1985).1995, Feb; 26(2): 95-110.
34. GiachettiL, ScaminaciD, Landi D. Bonding compatibility between adhesive systems and composite resins. Minerva Stomatologica. 2003, Apr; 52(4): 157-167.
35. Acuña P. Cementación de inlays de resina compuesta ¿Cementación de RC o VI?. Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano Dentista. Chile: Facultad de Odontología Universidad de Chile;1992.
36. Carpena G, Narciso L, Caldeira M, Vieira L. Dental adhesion: Present state of the art and future perspectives. Quintessence International. 2002, Mar; 33(3): 213-224.
37. Sampaio P, de Almeida Júnior A, Francisconi L, Casas-Apayco L, Pereira J, Atta M, et al. Effect of conventional and resin-modified glass-ionomer liner on dentin adhesive interface of Class I cavity walls after thermocycling. Operative Dentistry. 2011, July; 36(4): 403-412.
38. Kerby Ronald E., Knobloch Lisa. The relative shear bond strenght of visible light-curing and chemically curing glass-ionomer cement to composite resin. Quintessence International. 1992; 23(9): 641-644.