



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLÓGÍA RESTAURADORA  
ÁREA DE MATERIALES DENTALES**

**“Estudio comparativo *in vitro* del sellado marginal de dos tipos de vidrio ionómero modificados con resina”**

**Melisa Sofía Luna Bastías.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL:**

**Dr. Marcelo Bader M.**

**TUTORES ASOCIADOS:**

**Dr. Emilio Díaz D.**

**Dr. Pablo Angel A.**

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO/10/002  
Santiago – Chile  
2013**

Dedicado a Jesús,

El Salvador de mi vida

Y a mi familia,

Que nunca ha dejado de apoyarme...

## **Agradecimientos**

Agradezco primeramente a Dios por darme sabiduría, fuerza y valor para alcanzar este gran logro.

Agradezco a mi familia: mi padre Tomás Luna por su apoyo incondicional, su amor y la contención que me dio todos estos años, mi madre Ana Bastías por ser mi amiga, animarme y por su gran paciencia, a mi hna. Anita por su alegría, cariño y por motivarme, a mi hno. Tomás por estar ahí.

Agradezco al Dr. Marcelo Bader por su buena disposición para revisar mi trabajo y por su entrega continua en la labor académica y al Dr. Manuel Ehrmantraut por su paciencia y cariño siempre.

Agradezco a la iglesia Tiempo de lo Nuevo por las oraciones que hicieron continuamente por mi vida.

A mis tíos Fernando y Rodhe, Israel, Felipe, Enrique, Bety, Diego y a mi abuela Teresita en Argentina, por darme palabras de aliento y apoyarme siempre.

A mis amigos Jessica Maureira, Betzabé Aguirre, Filemón Fuentes porque aguantaron duros momentos conmigo.

A Miguel Ángel Hernández por su buena disposición, por su cariño y por alegrar mis días.

Y a la facultad de odontología de la Universidad de Chile por darme la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera.

## Índice

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| - | <b>Introducción.....</b>               | <b>1</b>  |
| - | <b>Marco Teórico.....</b>              | <b>4</b>  |
| - | <b>Hipótesis y Objetivos.....</b>      | <b>23</b> |
| - | <b>Materiales y métodos.....</b>       | <b>24</b> |
| - | <b>Resultados.....</b>                 | <b>29</b> |
| - | <b>Discusión.....</b>                  | <b>34</b> |
| - | <b>Conclusiones.....</b>               | <b>40</b> |
| - | <b>Sugerencias.....</b>                | <b>41</b> |
| - | <b>Referencias bibliográficas.....</b> | <b>42</b> |
| - | <b>Anexos y apéndices .....</b>        | <b>52</b> |

## Resumen

Se realizó un estudio comparativo *in vitro* con el objetivo de evaluar la microfiltración marginal de dos cementos de vidrio ionómero modificados con resina. En el grupo (A) se realizaron restauraciones con el vidrio ionómero modificado con resina Fuji II LC® (GC America Inc., IL, USA) y en el otro grupo (B) se realizaron obturaciones con el vidrio ionómero modificado con resina Geristore® (Den-Mat Corporation, CA, USA).

Para evaluar la microfiltración marginal se utilizaron 30 terceros molares sanos, recientemente extraídos a los cuales se les realizaron dos cavidades operatorias clase V estandarizadas, ubicadas en las caras vestibular (grupo A) y palatino/lingual (grupo B), con el margen gingival 1 mm sobre el límite amelocementario y el margen oclusal en esmalte.

Posteriormente se obturaron las cavidades con los cementos de vidrio ionómero modificados con resina Fuji II LC® en las caras vestibulares y Geristore® en las caras palatino/linguales de cada molar.

Una vez realizadas las obturaciones se procedió a impermeabilizar las raíces de las piezas dentarias con cianocrilato, barniz y resina acrílica.

Con el objetivo de visualizar el grado de microfiltración marginal de las restauraciones sometidas a prueba, los molares estudiados fueron expuestos a un proceso de termociclado entre 5° C-55° C en una solución acuosa de azul de metileno al 1% durante 100 ciclos.

Cuarenta y ocho horas después de realizados los 100 ciclos las muestras fueron cortadas transversalmente pasando por la mitad de las restauraciones para así exponer la interfase diente restauración.

Los cortes transversales se observaron en el microscopio óptico para medir el grado de microfiltración de azul de metileno en la interfase diente restauración.

Los resultados obtenidos en porcentajes de los grupos de prueba, se sometieron al análisis estadístico con la prueba no paramétrica de U de Mann- Whitney, encontrándose que no hay diferencias significativas entre ambos.

## Introducción

La Odontología Restauradora es una especialidad que se preocupa del diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades que afectan a los tejidos duros del diente. Estas patologías, que producen pérdida de estructura dentaria, son variadas e incluyen: caries, traumatismo dentoalveolar y lesiones no cariosas tales como erosión, abrasión y abfracción derivadas de hábitos y parafunciones. <sup>(1)</sup>

La pérdida de estructura dentaria ha orientado a la odontología hacia la búsqueda de biomateriales que permitan su restauración, devolviendo forma y función de los dientes afectados. Continuamente se realizan investigaciones con el fin de obtener el material más apropiado para la restauración de los tejidos dentarios perdidos, lo cual ha permitido grandes avances tecnológicos y procedimentales, mejorando la viabilidad de las restauraciones dentales.

En el presente estudio se investigó un material que se usa de forma directa en la clínica, el cual tiene diversos usos a nivel odontológico, uno de los cuales es restaurar lesiones de clases V, ya sea de origen infeccioso o traumático. Se trata del cemento de vidrio ionómero reforzado con resina, el cual ha tenido una gran evolución en el último tiempo, siendo introducido como un híbrido entre las resinas compuestas convencionales y los vidrios ionómeros. <sup>(2)</sup>

Debido a que estos materiales no tienen la resistencia al desgaste de las resinas compuestas <sup>(3)</sup>, su uso como material restaurador en caras oclusales de piezas posteriores es cuestionable, debido a que no soportarían la carga masticatoria que reciben estas piezas dentarias. <sup>(4,5)</sup>

Los cementos de vidrio ionómero modificados con resina tienen pobre retención como sellantes de puntos y fisuras<sup>(6)</sup>, pero excelente longevidad cuando se usan para restaurar lesiones a nivel cervical <sup>(7)</sup> y como liners o bases <sup>(8)</sup>. En estas aplicaciones, es crítico para el material desarrollar una unión efectiva a la estructura dentaria.

Los vidrios ionómeros convencionales se unen a la dentina mediante una unión iónica con la hidroxiapatita, y los materiales de resina compuesta se unen a la dentina a través de interdigitaciones micromecánicas con las fibras de colágeno y los túbulos dentinarios<sup>(9)</sup>.

Los vidrio ionómeros modificados con resina contienen tanto los componentes del cemento de vidrio ionómero (flúor-aluminosilicatos y ácido poliacrílico) como de resinas compuestas (foto o quimio iniciadores y monómeros de metacrilato), endureciendo a través de la polimerización de los componentes de resina y el fraguado del cemento de vidrio ionómero<sup>(10)</sup>.

La adhesión química o específica, que se define como aquella lograda por interacciones atómicas o moleculares, es la unión ideal entre el material y el diente a restaurar y es crítica para el adecuado sellado marginal, que permitirá una mayor longevidad de la restauración.<sup>(11)</sup>

Debido a ello, se hace necesario estar continuamente evaluando los materiales que salen al mercado, sobre todo a nivel del sellado marginal logrado por éstos, ya que éste nos va a impedir la generación de brechas en el tiempo que pudieran favorecer la microfiltración marginal y el fracaso de nuestra acción sobre la pieza dentaria restaurada.<sup>(12)</sup>

Uno de los materiales que ha sido introducido recientemente al mercado nacional y que promete ser una buena opción, según sus fabricantes, como material de restauración definitiva es Geristore® (Den-Mat Corporation, CA, USA). Este corresponde a un cemento de vidrio ionómero modificado con resina, que viene con un novedoso sistema de dispensación y que busca establecerse en el mercado chileno como uno de los materiales más prácticos de manipular y que brinda una amplia gama de opciones al momento de restaurar lesiones dentarias.

Para obtener un respaldo científico y generar nueva evidencia respecto a este innovador material, se comparó en la presente investigación con un cemento de vidrio ionómero modificado con resina que lleva una amplia trayectoria en el mercado chileno y sobre el cual se ha hecho continua investigación a nivel mundial. Este corresponde al cemento de vidrio ionómero modificado con resina Fuji II LC® (GC America Inc., IL, USA), que lleva más de una década usándose en



la práctica dental de nuestro país, siendo un material altamente biocompatible y que ha dado buenos resultados en la práctica clínica.<sup>(13,14)</sup>

Se evaluó la filtración marginal que presentan ambos materiales al someterlos al proceso de termociclado y los resultados obtenidos se compararon entre sí, con el fin de tener una guía y respaldo científico del uso de uno u otro material en la práctica dental de nuestro país.

## Marco teórico

La pérdida de tejido dentario puede tener un origen traumático o infeccioso. Dentro de la pérdida de tejido de origen traumático se considera un conjunto de lesiones, que se conocen como lesiones cervicales no cariosas. Dentro de las pérdidas de tipo infeccioso se encuentran las producidas por la caries dental, patología que afecta a un alto porcentaje de la población nacional <sup>(15, 16, 17)</sup> y mundial, por lo que se considera un gran problema de salud pública <sup>(18)</sup> y que si no es controlada en el tiempo provoca la lesión cariosa.

La lesión cariosa es el signo clínico de la destrucción localizada de los tejidos duros del diente, producida por la caries dental, la cual es una enfermedad multifactorial infectocontagiosa que afecta la estructura dentaria a través de un ataque ácido continuo, que causa la desmineralización progresiva del diente en el tiempo produciendo la pérdida de estructura dentaria <sup>(19)</sup>.

Los factores primarios que interactúan en el origen de la caries son tres: hospedero susceptible (piezas dentarias), bacterias acidogénicas (destacando en particular el *S. Mutans* por su gran poder acidogénico) y finalmente una dieta rica en azúcares refinados. Estos tres elementos forman la denominada “Triada de Keyes”, la que desarrollándose a través del tiempo y asociada a factores secundarios predisponentes (composición, posición y características morfológicas del diente, factor salival, enfermedades sistémicas, edad y condiciones locales) conducen a la progresión de la lesión <sup>(20)</sup>.

Las lesiones cariosas pueden afectar distintas superficies de la pieza dentaria y de acuerdo a esto se realizará la restauración pertinente. De acuerdo a esto Black realizó el año 1908 una clasificación en cinco grupos según la zona dental afectada <sup>(21)</sup>:

- CLASE I: Lesión en caras oclusales de premolares y molares, en cingulos de dientes anteriores y superficie vestibulo-oclusal de molares inferiores y palato-oclusal de molares superiores.
- CLASE II: Lesión en caras proximales de molares y premolares.

- CLASE III: Lesión en las caras proximales de dientes anteriores sin llegar hasta el ángulo incisal.
- CLASE IV: Lesión en piezas anteriores en caras proximales, abarcando borde incisal.
- CLASE V: Lesión en tercio gingival de todos los dientes, en caras vestibulares o linguales.

Como secuela del ataque carioso y de su eliminación, la pieza dentaria quedará cavitada y con pérdida de sus características naturales, motivo por el cual se hace indispensable la rehabilitación de dicha pieza dentaria <sup>(22)</sup> mediante el uso de distintos materiales que permitan restaurar su anatomía normal, suplir en algún grado las propiedades perdidas y devolverle su aspecto estético, la funcionalidad al diente y la armonía al sistema <sup>(22, 23)</sup>.

Respecto a las lesiones cervicales no cariosas, éstas corresponden a una lesión ubicada en el cuello del diente, de origen no microbiano, de marcha lenta e insidiosa <sup>(24, 25)</sup>, progresivamente destructiva <sup>(26)</sup> y que aumenta su frecuencia con la edad del paciente <sup>(27)</sup>.

La etiología de las lesiones no cariosas obedece a un proceso multifactorial basado en teorías de erosión química, desgaste abrasivo y/o la influencia de los componentes de la oclusión, principalmente los excéntricos y laterales que producen tensiones compresivas y traccionales, lo que puede tener implicancias también en el éxito clínico de la restauración <sup>(28, 29)</sup>. En cuanto a su morfología y extensión varían considerablemente según las diferentes etiologías y estas difieren no solo de paciente a paciente, sino de lesión a lesión en la misma cavidad bucal. <sup>(30)</sup>

Dentro de las lesiones no cariosas se encuentran la erosión, abrasión, atrición y abfracción <sup>(31, 32)</sup>.

- **Erosión:** es el fenómeno de disolución química por causas no bacterianas, incluyendo la acción de sustancias ácidas, tanto endógenas como exógenas.
- **Abrasión:** es el fenómeno de desgaste o pérdida de tejido dentario provocado por el rozamiento con sustancias extrañas, ya sea en el acto de la masticación, o en hábitos de diversa índole, (ej. ejecución de instrumentos de viento) y también en la higiene dental, (ej. cepillado abusivo).
- **Atrición:** es el fenómeno registrado por el choque directo, diente a diente, tanto en funciones fisiológicas (masticación, deglución y fonación), como patológicas (bruxismo).
- **Abfracción:** lesión de forma cuneiforme, cóncava, con ángulos agudos, causada por flexión y deformación de la estructura dentaria a través de fuerzas estresantes laterales (cargas biomecánicas), que provocan la ruptura de los componentes del esmalte <sup>(33, 34)</sup>.

Muchas lesiones de este tipo, cuando son superficiales, pueden simplemente ser tratadas eliminando el factor etiológico y la sensibilidad mediante soluciones o barnices fluorados, cambio de dentífrico, placas oclusales para disminuir el estrés causado por el bruxismo y sus secuelas. Sin embargo, cuando avanzan en profundidad o extensión, las resinas compuestas o los vidrios ionómeros, son usualmente el tratamiento de elección por varias razones como: sensibilidad dentaria, refuerzo de la estructura dentaria remanente, mejoras en la estética y mantenimiento de la higiene oral, prevención de ulterior reducción del diente y lo más importante, una disminución en la concentración de estrés y flexión, que en caso contrario podrá provocar la fractura del diente e inevitable compromiso pulpar. <sup>(35)</sup>

Por lo tanto, debido a lo anterior y a las secuelas que quedan en las piezas dentarias, tanto por lesiones cariosas o no cariosas se hace necesario rehabilitar las estructuras dentarias dañadas con materiales de restauración que cumplan

con requisitos biológicos, mecánicos, físicos, químicos, estéticos, de manipulación y de sellado marginal adecuados.

Precisamente de esto se encarga la Odontología Restauradora <sup>(22, 23)</sup>, cuyos principales objetivos son:

1. Recuperar y mantener el equilibrio del ecosistema bucal.
2. Devolver y mantener en el tiempo la salud del complejo pulpodentinario y óseo peridentario, para dar un buen sustento al tratamiento rehabilitador.
3. Devolver la forma anatómica a la pieza dentaria.
4. Lograr integridad marginal, para evitar la microfiltración y recidiva de la enfermedad.
5. Obtener una armonía óptica, para que así la zona restaurada pase desapercibida en el resto de la pieza dentaria.

Para lograr estos fines, la industria odontológica ha desarrollado a lo largo del tiempo diversos materiales de restauración, cada uno de ellos con precisas indicaciones de uso aunque lamentablemente aún no se ha logrado obtener un material "ideal". <sup>(21, 22, 36)</sup>

Dentro de las características que los materiales de obturación deben poseer, se encuentran las siguientes: buen sellado de la interfaz entre el material y el diente, baja solubilidad y desintegración en el medio bucal; coeficiente de expansión térmica similar al del diente; buena resistencia a la abrasión y compresión; ser de fácil inserción y tener buena apariencia estética. <sup>(37)</sup>

Una de las características que destaca y que se considera una de las más importantes de un material restaurador es su adherencia a las paredes dentarias para permitir un buen sellado marginal y resistencia adhesiva, que eviten la microfiltración, que se define como el paso químicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre las paredes de la cavidad y el material

restaurador. <sup>(38, 39)</sup> Es importante considerar que el filtrado ocurre a lo largo de la interfase restauración-diente debido a cambios de temperatura y/o a tensión de tipo mecánica como resultado del desarrollo de la apertura de la unión diente-material restaurador. <sup>(40)</sup>

La capacidad de un material restaurador de adherirse a las paredes dentarias le permite obtener un buen desempeño clínico, evitando la aparición de tinciones marginales, respuestas pulpares adversas, sensibilidad postoperatoria y caries recidivante o secundaria, y busca lograr una óptima resistencia adhesiva del biomaterial, lo que influye en la capacidad de la restauración de soportar carga sin desalojarse de su posición. <sup>(41)</sup>

Dentro de la gama de biomateriales disponibles existen aquellos destinados para restauraciones indirectas y aquellos para restauraciones directas:<sup>(42)</sup> los materiales de restauración indirecta, son llevados en forma sólida a la cavidad oral, requiriendo una etapa de laboratorio previa y el uso de un medio de cementación; y los materiales de restauración directa, son llevados en forma plástica a la cavidad oral, solidificando mediante un proceso químico, obteniendo así las propiedades adecuadas para cumplir su función.

Aunque las restauraciones indirectas tienen gran longevidad, las restauraciones directas siguen siendo la primera opción para restaurar piezas dentarias con pérdida de estructura, debido a la menor remoción de tejido dentario sano, nuevos avances en la tecnología de estos materiales, y el bajo costo de las restauraciones directas respecto a las indirectas. <sup>(43)</sup> Dentro de los materiales de restauración directa se encuentran: las amalgamas, las resinas compuestas y los cementos de vidrio ionómero convencionales y modificados con resina.

La amalgama ha sido el material restaurador preferido para la restauración de piezas dentarias posteriores durante el siglo veinte, presentando diversas ventajas tales como: bajo costo relativo, longevidad, y menor sensibilidad de la técnica clínica en comparación a otros materiales de restauración directa. Sin embargo, posee importantes limitaciones, tales como, falta de estética, ausencia de adhesión a los tejidos dentales y necesidad de conformar una cavidad

operatoria.<sup>(44)</sup> Debido a estas limitaciones, en la década de los ochenta este material disminuye su popularidad, agregándose problemas propios a su naturaleza, tales como: su corrosión, la potencial toxicidad del mercurio y las tinciones que provoca en la estructura dentaria.<sup>(45)</sup>

Durante la década de 1950 un pequeño grupo de Odontólogos y científicos de Inglaterra reconoció la falta de estudios e investigación de nuevos materiales dentales para utilización clínica. Su objetivo fue desarrollar un material que tuviese propiedades térmicas, mecánicas y ópticas coincidentes con las propiedades de los dientes y que además, tuviese un efecto terapéutico. La razón de esto fue que los materiales restauradores ya no se considerasen sólo como materiales de relleno, sino que como sustitutos de esmalte y dentina.<sup>(46)</sup>

R. L. Bowen, en la década de 1960, 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 BIS-GMA y poseía un mayor peso molecular que los monómeros de las resinas acrílicas. Además, a esta molécula, 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.<sup>(47)</sup>

Este material dio buenos resultados a corto plazo, y en pruebas de laboratorio, pero a largo plazo presentaba un alto porcentaje de fallas,<sup>(48)</sup> entre otras, debido a la contracción de polimerización y la consecuente infiltración marginal.

Para mitigar los problemas anteriormente señalados, es primordial la unión fuerte y duradera que se debe generar entre la restauración y la estructura dentaria, de manera de lograr una adhesión que impida que la contracción genere una brecha marginal y así se logre el sellado marginal adecuado para impedir la filtración y se facilite la permanencia en boca de la restauración, por lo tanto, uno de los objetivos de la Odontología restauradora actual es la adhesión del material en forma permanente a las estructuras dentarias<sup>(49)</sup>.

Sin embargo, pese a las limitaciones que posee la resina compuesta como material restaurador hoy en día son una buena opción para recuperar la estética perdida en las piezas dentarias, preservando mayor tejido dental en comparación a la amalgama dental. <sup>(50)</sup>

En la misma década aparece el cemento de vidrio ionómero, el cual fue creado por Wilson y Kent en 1969 en el Laboratorio Government Chemist en Londres, UK. <sup>(2)</sup> El primer cemento de vidrio ionómero desarrollado se llamó ASPA, el cual es el resultado de una reacción ácido-base entre un vidrio de flúor alúmino silicato de calcio que presenta iones reactivos y una solución acuosa de ácidos orgánicos copolímeros, entre los cuales el que está en mayor proporción es el ácido Poliacrílico (50%), seguido del ácido Itacónico, el ácido Maleico (los cuales reducen la viscosidad del líquido e inhiben la gelación del líquido que pudiera producirse por puentes de hidrógeno entre las cadenas de ácido poliacrílico), el ácido Tricarbálico y el ácido Tartárico (el cual mejora las características de manipulación, aumenta el tiempo de trabajo útil y acorta el tiempo de fraguado). La presencia de estos ácidos, provee al cemento la propiedad de ser adhesivos a las estructuras dentarias (esmalte y dentina) mediante uniones químicas secundarias principalmente. Además, por ser estos ácidos polímeros orgánicos, su capacidad de penetración hacia la pulpodentina es mucho menor que la de los ácidos inorgánicos (presentes en materiales como los silicatos), y al mismo tiempo, por ser ácidos más débiles, presentan una mejor respuesta biológica de la pulpodentina. <sup>(51)</sup>

Los cementos de vidrio ionómero se presentan de cuatro formas:

1. De primera generación: el material se presenta en forma de un polvo y un líquido, cada uno de los cuales presenta los componentes señalados anteriormente.
2. De segunda generación: Los ácidos maleico, poliacrílico e itacónico son desecados e incorporados al polvo, y el líquido está compuesto por agua y ácido tartárico.



3. De tercera generación: Todos los componentes del líquido han sido desecados e incorporados al polvo, y la mezcla sólo se hace con agua destilada.

En estos dos últimos casos, al mezclar polvo y líquido, el agua reconstituye los ácidos y luego se desencadena la reacción de fraguado. La ventaja de estas dos últimas presentaciones es que son más fáciles de dosificar y mezclar, tienen un tiempo de endurecimiento más rápido y además, poseen un mayor tiempo de vida útil de almacenamiento, pues el ácido poliacrílico cuando se encuentra en el líquido, tiende a gelificar.

4. De cuarta generación: Posee un polvo que está compuesto por un vidrio de alúmino-silicato, y un líquido que contiene además de una solución acuosa de ácido poliacrílico, un sistema de resinas fotosensibles tales como: trietilenglicol 2,2,4 Trimetil hexametilenodicarbonato y 2-hidroxiethyl metacrilato (2- HEMA).

A diferencia de los anteriores, este cemento permite polimerizar el material como una reacción anexa a la reacción propia del cemento que se produce al mezclar el polvo con el líquido. Esta última se ha hecho menos reactiva y por lo mismo más lenta, para aumentar su tiempo de manipulación <sup>(51)</sup>.

A través de los años, la cantidad de usos que se le ha dado a este material ha aumentado de manera inigualable, indicándose en la actualidad como material para cementación, protección pulpodentaria, restauración y/o reconstrucción de muñones y sellado de puntos y fisuras, entre otros. <sup>(37)</sup> Es así como en la actualidad se clasifican de acuerdo a su uso en los siguientes tipos:

- a) **Tipo I:** Cementación permanente de incrustaciones, prótesis fija unitarias y plurales.
- b) **Tipo II:** Restauración permanente o definitiva.
- c) **Tipo III:** Bases de protección cavitaria de fraguado rápido y sellantes de puntos y fisuras.

Estos materiales poseen diversas características, como por ejemplo: un color similar a las piezas dentarias, capacidad de unirse a la estructura del diente y

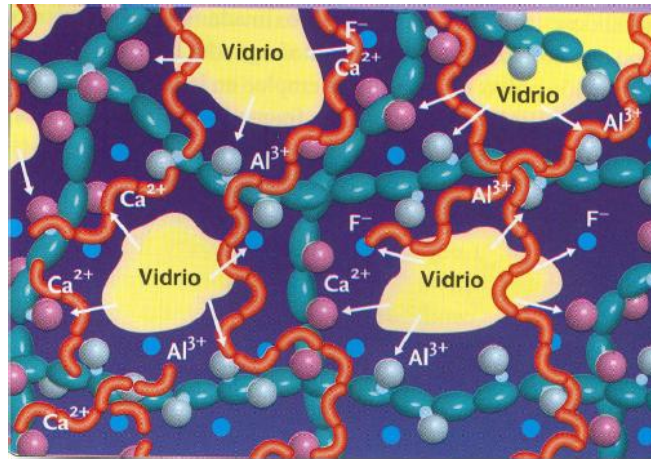
compatibilidad tisular, algunos son radiopacos y todos liberan flúor en el tiempo, con lo cual inhiben la desmineralización, y contribuyen a la remineralización de la dentina adyacente. <sup>(52)</sup>

Se ha visto que después de una correcta colocación y pulido de estos cementos, se incrementa la liberación del fluoruro durante un período de 12-18 semanas, localizándose en la estructura dentaria. Tanto el esmalte como el cemento pueden absorber cantidades sustanciales de flúor, gracias al íntimo contacto molecular que facilita el intercambio de flúor <sup>(53)</sup>. También se destaca en este tipo de cementos la actividad antimicrobiana (dada por el flúor), la aceptable compatibilidad pulpar y periodontal y la adecuada respuesta histológica gingival, sobre todo en las restauraciones de clase V. <sup>(54)</sup>

La evolución y el desarrollo que ha tenido este biomaterial se ha debido a que su composición, de ácido y base, puede ser cambiada considerablemente.

Sin embargo, los cementos de vidrio ionómero convencionales han sido cuestionados por varias características negativas, tales como: la sensibilidad a la humedad durante el endurecimiento inicial, la deshidratación, la textura rugosa de su superficie, su difícil manejo, su opacidad, la baja resistencia a la fractura y la pobre resistencia al desgaste. <sup>(52)</sup>

Como muchos otros materiales, este material se ha ido desarrollando y experimentando mejorías. Una de las mejoras importantes fue la introducción de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina, los cuales fueron patentados en el año 1980. En esencia, los cementos de vidrio ionómero modificados con resina son cementos a los cuales se le incorporaron pequeñas partículas de monómeros, como el 2-hidroxietil metacrilato (HEMA) e iniciadores involucrados en la reacción de polimerización, endureciendo inicialmente por la fotoactivación de radicales libres del componente de resina de la formulación. Subsecuentemente progresa con una reacción química de polimerización de la resina y la reacción de fraguado del vidrio ionómero. <sup>(52, 55, 56)</sup>



**Figura N° 1:** Estructura de un cemento de vidrio ionómero modificado con resina y su interacción con la estructura dentaria. Obsérvese (en verde) las cadenas de ácidos policarboxílicos que a partir de su ionización disuelven parcialmente a las partículas de vidrio, formando una sal, y generan el intercambio de iones con los tejidos del diente, estableciendo el proceso adhesivo. Además se observan (en rojo) las cadenas de poli-HEMA que se unen a las de los ácidos policarboxílicos.

La adición del componente de resina a la formulación, no sólo disminuye el tiempo de endurecimiento inicial, sino que también aumenta considerablemente la resistencia al desgaste y mejora las propiedades mecánicas del cemento. Además los cementos de vidrio ionómero modificados con resina aumentan el tiempo de trabajo, tienen mejor estética y mantienen la característica de liberar flúor, siendo a menudo mejor que la de los vidrios ionómeros convencionales.<sup>(4, 55)</sup>

Los vidrios ionómeros modificados con resina son usados como liners, bases, agentes de unión a la dentina, sellantes, agentes de cementación y también como materiales de restauración directa, especialmente en lesiones clase V.<sup>(57)</sup>

Uno de los rasgos más significativos de los cementos de vidrio ionómero es su capacidad para adherirse al esmalte y la dentina a través de un mecanismo de intercambio iónico. Han sido reconocidos como materiales autoadhesivos hace bastante tiempo, debido a las interacciones químicas de los ácidos polialquenoicos con la hidroxiapatita. A pesar que se ha reconocido que son múltiples mecanismos de adhesión los responsables de la mejoría en la durabilidad de la unión de los cementos de vidrio ionómeros modificados con resina, el mecanismo de adhesión de estos no ha sido completamente dilucidado. La unión química de los cementos

de vidrio ionómero modificados con resina a los cristales de hidroxiapatita ha sido demostrada por espectroscopía fotoelectrónica, mientras que la capacidad de estos materiales de unirse micromecánicamente y formar una capa híbrida (similar a lo que hacen los agentes de adhesión a dentina), ha sido demostrada con estudios de microscopía confocal. <sup>(58)</sup>

Además los cementos de vidrio ionómero modificados con resina han demostrado ser más tolerantes a la contaminación con humedad y han dado un buen sellado a la dentina bajo mayor rango de condiciones. Desde el punto de vista clínico esto tiene un gran valor. Ningún otro material ha mostrado signos de este tipo de unión química, lo que permitiría disminuir la microfiltración, considerada un serio problema de las restauraciones dentales, debido a la potencial invasión bacteriana que se genera entre el diente y la restauración. <sup>(59)</sup>

Un estudio realizado por Mitra y cols. en el año 2009 determinó que los materiales basados en vidrio ionómero modificados con resina muestran una adhesión a las estructuras dentarias superior y más predecible en comparación a otras estrategias adhesivas (ejemplo: adhesivos de grabado y lavado con 3 o 2 pasos, adhesivos de autograbado con 1 o 2 pasos) a pesar de que su fuerza adhesiva in vitro sea probablemente menor que los adhesivos basados en resina pura. <sup>(58)</sup>

Estos materiales fueron pensados como una mejora respecto a los materiales originales, pero manteniendo las ventajas clínicas de los cementos de vidrio ionómero convencionales, tales como su adhesión y la liberación de flúor que ofrece cierta protección frente a las caries.<sup>(2)</sup> La combinación de una unión predecible en el tiempo, una protección por alta liberación de flúor y la mínima sensibilidad post-operatoria han hecho que éste sea un material atractivo para el uso en restauraciones adhesivas de largo plazo. <sup>(58)</sup> La buena retención de los cementos de vidrio ionómero ha desarrollado un renovado interés en estudiar las propiedades y mecanismos de unión e interacción con los sustratos dentales. <sup>(37)</sup>

También se ha visto que estos materiales presentan similares coeficientes de expansión térmica con la dentina, a diferencia de los composites que difieren

significativamente en los valores de estos coeficientes, lo que unido a la contracción de polimerización que sufren, resulta en microfiltración.

Además, los cementos de vidrio ionómero modificados con resina crean menos tensión sobre las paredes de la cavidad residual y mejoran la adaptación marginal debido a las favorables propiedades visco-elásticas del material. De hecho, el cemento de vidrio ionómero modificado con resina es un buen sustituto de la dentina, especialmente en preparaciones cavitarias profundas, sin embargo, no proporciona un buen reemplazo para el esmalte debido a su menor resistencia. Por esta razón, a menudo es utilizado en la “técnica sándwich” o técnica combinada, donde el esmalte se sustituye por composite,<sup>(60)</sup> o en cavidades clase V.<sup>(2)</sup>

En Chile se dispone de una gran variedad de marcas comerciales en cuanto a cementos de vidrio ionómero reforzados con resina.<sup>(14)</sup> Dentro de estos se encuentran: cementos para cementación, como el RelyX Luting 2® (3M ESPE, MN, USA), cementos para bases de protección cavitaria, como el Vitrebond® (3M ESPE, MN, USA) y cementos para restauración como el Vitremer® (3M ESPE, MN, USA), Vitro Fil LC® (DFL Industria e Comercio Ltda., RJ, BR), Fuji II LC® (GC America Inc., IL, USA) y Geristore® (Den-Mat Corporation, CA, USA), entre otros.

Respecto al cemento de vidrio ionómero modificado con resina Fuji II LC®, sus fabricantes plantean que es el número uno de los cementos de vidrio ionómero fotocurables en el mundo entero, dado por su desempeño y uso habitual en el quehacer odontológico. En un principio se diseñó como un material para restauración de lesiones de clases III, V y en dientes temporales, sin embargo con el tiempo se sumaron nuevas indicaciones, pudiendo utilizarse también como material de base o recubrimiento cavitario y para reconstrucción de muñones.<sup>(61)</sup>

Dentro de las ventajas descritas por el fabricante para este material se encuentran:<sup>(14, 61)</sup>

- Excelente estética y capacidad de pulido, dado por las pequeñas partículas presentes en el polvo.
- Buena radioopacidad, lo cual facilita el diagnóstico postoperatorio.

- Autoadhesión a la estructura del diente, evitando el uso de acondicionadores previos (Sin necesidad de grabado ni uso de adhesivo).
- Disponible en once colores translúcidos, dando una adecuada estética y versatilidad.
- Clínicamente comprobado. Estudios clínicos en lesiones cervicales no cariosas muestran que después de 5 años se observa retención al 100%, no hay sensibilidad, no hay evidencia de caries secundarias y no cambia el brillo en la superficie. <sup>(62)</sup>
- Continua y recargable liberación de flúor:
  - Estructura dental refractaria al ataque ácido.
  - Reduce la incidencia de caries secundaria.
- Coeficiente de expansión térmica similar al diente.
- Biocompatible.

**Presentación:** La disposición clásica de este cemento es en un frasco con polvo (15 g) y otro con líquido (8g), los cuales se dispensan sobre un block de mezcla en una relación de polvo/líquido de 3,2/1,0 g (1 cucharilla rasa de polvo por 2 gotas de líquido). Para mezclarlo se introduce la mitad del polvo dispensado en el líquido y se mezcla con trazos frotantes durante 10-15 segundos. Luego se agrega el polvo restante y se mezcla hasta obtener una consistencia brillante. <sup>(61)</sup>

También se presenta en forma de cápsulas dosificadas, las cuales se colocan en un amalgamador a alta velocidad triturando por 10 segundos, colocándolas posteriormente en un aplicador para liberar el material de forma directa en la preparación cavitaria.

Cualquiera sea la forma de dispensación, se recomienda que para preparaciones cavitarias de profundidad superior a 1,8 mm., se use una técnica por capas al momento de la colocación del cemento. <sup>(61)</sup>

| <b>Propiedades Físicas</b>           |                |  |            |
|--------------------------------------|----------------|--|------------|
| Tiempo de Trabajo                    | 3 min. 45 seg. | Liberación de flúor ug/cm <sup>2</sup> |            |
| Tiempo de Fraguado de Fotocurado     | 20 seg.        | 1er Día                                | 48.9       |
| Profundidad de Curado (Tono A2)      | 1.8mm.         | 1 semana, acumulado                    | 9.8, 119.7 |
| Resistencia a la Compresión (1día)   | 242 MPa (10)   | 6 meses, acumulado                     | 1.6, 543.0 |
| Fuerza de Tensión y Adhesión (1 día) |                | 1 año, acumulado                       | 1.5, 806.6 |
| • Esmalte Bovino                     | 11.3 MPa (1.8) | Recargable de Flúor                    | Si         |
| • Dentina Bovina                     | 8.2 MPa (0.9)  | Radiopacidad                           | Si         |
| Solubilidad (%)                      |                | Biocompatible                          | Si         |
| • Agua Destilada                     | 0.07           | Dureza de la Superficie (Rz)           | 1.3 um     |
| • 0.001 mol / 1 ácido lácteo         | 0.24           |  |            |

**Figura N° 2:** Propiedades físicas del cemento de vidrio ionómero reforzado con resina Fuji II LC® (GC).

Respecto al cemento de vidrio ionómero reforzado con resina Geristore®, sus fabricantes plantean que es un material restaurador altamente biocompatible, lo que permite su uso en lesiones subgingivales. Además es de curado dual, tiene adherencia a la dentina y al cemento, tiene un coeficiente de expansión térmica bajo y baja contracción de polimerización. <sup>(63)</sup>

### **Indicaciones:**

- Restauración de lesiones clases V.
- Uso como liner o base cavitaria.
- Restauración de lesiones clase I y II pequeñas.
- Restauración de dientes temporales.
- Restauración subgingival de fracturas radiculares y lesiones de reabsorción. <sup>(64)</sup>
- Relleno retrógrado en perforaciones radiculares.

Dentro de las ventajas descritas por el fabricante para este material se encuentran: <sup>(63)</sup>

- Autoadhesivo, no necesita preparaciones cavitarias retentivas.
- Se adhiere a todas las superficies, incluyendo: esmalte, dentina, cemento, metales preciosos y no preciosos y amalgamas antiguas.
- Fácil y rápida dispensación debido a su sistema de automezcla.
- Reduce el riesgo de caries secundaria producto de la liberación de flúor.

- Radiopaco, lo cual permite distinguirlo de las estructuras dentales en las radiografías.
- Excelente integridad marginal por la baja contracción de polimerización.

**Presentación:** Posee un sistema de automezcla con puntas intraorales, lo cual facilita la colocación del material en las preparaciones cavitarias.



**Figura N° 3:** Puntas intraorales para la dispensación del cemento Geristore®.



**Figura N° 4:** Sistema de automezcla de cemento de vidrio ionómero modificado con resina Geristore®.

En cuanto a los estudios que se han realizado respecto a los cementos de vidrio ionómero modificados con resina en un estudio realizado en el año 1996 por Neo y cols. se encontró que la adaptación marginal de los cementos de vidrio ionómero modificado con resina era pobre a los 18 meses (24% de calificación Alfa utilizando criterios USPHS) y la decoloración marginal era evidente en algunas restauraciones (76% Alfa).<sup>(41)</sup>

En el año 1997, Kleinman y cols. analizaron comparativamente la microfiltración de cinco materiales restauradores, entre ellos vidrios ionómeros como el vitremer, Fuji II LC, Fuji II de autoendurecimiento; y composites como el Z



100 y LC 1000. Las observaciones demostraron distinto grado de filtración marginal en los cinco materiales restauradores, donde los grupos obturados con vidrio ionómero presentaron menor grado de microfiltración que los obturados con resina compuesta. El menor grado de microfiltración marginal lo obtuvo el grupo obturado con Vitremer, en segundo lugar el grupo obturado con Fuji II LC, en tercer lugar el grupo obturado con Fuji II de autoendurecimiento, en cuarto lugar el grupo obturado con Z100 y el mayor grado de filtración marginal lo presentó el grupo obturado con LC 1000. En todos los grupos hubo mayor filtración marginal en la pared cervical. <sup>(65)</sup>

Otro estudio, realizado por Folwaczny y cols. en el año 2001 demostró que la integridad marginal y la decoloración a los 3 años fue peor en los cementos de vidrio ionómero modificados con resina comparado a la resina compuesta y a resina compuesta modificada con poliácido. <sup>(66)</sup>

En contraste, Loguercio y cols. en el año 2003, observaron que un cemento de vidrio ionómero modificado con resina se comportó significativamente mejor que una resina compuesta modificada con poliácidos después de cinco años en la restauración de lesiones no cariosas Clase V. Los criterios de valoración fueron la adaptación marginal (84,6% Alfa utilizando criterios USPHS, 15,4% Bravo) y decoloración marginal (84,6% calificó Alfa, el resto calificó Bravo). <sup>(7)</sup>

En el año 2006, Koubi y cols. probaron cuatro métodos de restauración en 56 lesiones (catorce con cada material): un composite microhíbrido (Inten-S®, Ivoclar-Vivadent) con dos métodos de polimerización (polimerización dura y suave); un composite microhíbrido fluido (Filtek Flow®, 3M ESPE) y un vidrio ionómero modificado con resina (Fuji II LC®, GC). Ninguna restauración presentó caries secundaria al año. El vidrio ionómero modificado con resina (Fuji II LC®) fue más fácil de manipular y dio una gran tasa de retención, pero no dio la mejor calidad superficial y presentó porosidades. <sup>(67)</sup>

Otro estudio, realizado el año 2012 por Brackett y cols. comparó la resistencia a la tracción y la microfiltración de un vidrio ionómero convencional (Fuji IX GP®), un vidrio ionómero modificado con resina (Fuji II LC®) y un compómero. Los resultados obtenidos mostraron que el vidrio ionómero modificado con resina (Fuji

II LC®) exhibió la menor microfiltración. Un total de 82,8% de las muestras de Fuji II LC® no exhibieron microfiltración. Esto sugiere la adhesión superior del Fuji II LC®, lo cual se puede atribuir al similar coeficiente de expansión térmica del diente y el material restaurador, contribuyendo a la adaptación superior del vidrio ionómero modificado con resina a la estructura dental. La microfiltración de los compómeros fue mayor, observándose ausencia de microfiltración sólo en un 46,9% de las muestras, esto puede deberse a que la contracción de polimerización de las resinas fotocuradas lleva el material lejos de las paredes de la cavidad formando una brecha. <sup>(52)</sup>

Además algunos de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina tienen una característica significativa de autocurado de la resina, como es el caso del Fuji II LC®, lo cual logra un curado completo aun en aquellas áreas de la preparación que no han sido alcanzadas por la luz. <sup>(68)</sup>

Respecto a la resistencia a la tracción, esta fue significativamente mayor en el compómero comparado al Fuji IX GP® y al Fuji II LC®, siendo mayor en las muestras con Fuji II LC® que en las de Fuji IX GP.

Esto puede ser debido a la presencia de un 20% de resina en los componentes del Fuji II LC®. <sup>(52)</sup>

Oilo y cols. <sup>(69)</sup> y Lin y cols. <sup>(70)</sup> también observaron la resistencia adhesiva de los cementos de vidrio ionómero modificado con resina, siendo mayor que la de los cementos curados químicamente.

El Fuji IX GP y el compómero mostraron moderada a severa microfiltración, en contraste con una microfiltración mínima con Fuji II LC. <sup>(52)</sup>

Es evidente que existe una variación considerable en los resultados de las características marginales de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las comparaciones directas no pueden hacerse con los diversos estudios nombrados anteriormente, ya que hay una amplia variación en cuanto al tipo de lesión restaurada y los márgenes de las preparaciones cavitarias usadas (ya sea en el esmalte o dentina),

el cemento de vidrio ionómero modificado con resina utilizado, así como también en el estado inicial de la caries de las cavidades. <sup>(66)</sup>

Sin embargo, cuando los datos disponibles son revisados a la luz de las propiedades marginales, es razonable concluir que los cementos de vidrio ionómero modificados con resina exhiben márgenes que son propensos a deteriorarse con el tiempo. <sup>(66)</sup>

Respecto a la nueva versión del cemento Geristore®, los estudios existentes corresponden a reportes de casos, muchos de los cuales hablan del uso del Geristore® como material restaurador de perforaciones endodónticas, tratamiento de perforaciones radiculares externas y fracturas radiculares, lo que evitaría la extracción de las piezas dentarias afectadas <sup>(71)</sup>. En el año 2003, Xinyi Yu logró “salvar” una pieza dentaria, restaurando la fractura radicular con Geristore y completando la restauración con una corona de porcelana, destacando la biocompatibilidad de este ionómero reforzado con resina y su desempeño clínico en el área subgingival <sup>(72)</sup>. En otro estudio, del año 2001, el mismo autor usó este material para restaurar caries subgingivales extensas, manteniendo la vitalidad de la pieza a los 3 meses. <sup>(73)</sup>

Una técnica para medir la microfiltración fue introducida por Derkson y cols. en el año 1986 y se basa en el uso de líquidos que contienen tintes, los que son forzados bajo presión a través de la dentina y alrededor de las restauraciones colocadas en los dientes extraídos, lo cual permite visualizar el grado de penetración del tinte en el margen de la restauración y así poder evaluar *in vitro* el sellado marginal logrado por el material restaurador. <sup>(74)</sup>

Otra técnica que permite evaluar la microfiltración es el termociclado, el cual se define como un proceso *in vitro* que consiste en la exposición de las restauraciones y piezas dentarias a temperaturas extremas compatibles con la cavidad oral, con lo que se busca reproducir el llamado estrés térmico. <sup>(75)</sup>

Con la finalidad de aportar nueva evidencia científica que sustente su uso clínico, la comparación de nuevos productos con aquellos clínicamente probados, sirve de orientación para decidir su adquisición. El presente estudio comparó el sellado marginal de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina: Fuji II LC®,

el cual tiene una amplia trayectoria a nivel nacional e internacional, y Geristore®, el cual se presenta hoy en día en una nueva versión, buscando mejorar la versión antigua del cemento tanto en sus propiedades estéticas como en su forma de dispensación.

## **HIPÓTESIS**

Las restauraciones clase V realizadas con el vidrio ionómero modificado con resina Fuji II LC®, tienen mejor comportamiento en cuanto al sellado marginal logrado, en comparación al cemento de vidrio ionómero modificado con resina Geristore®.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar si existen diferencias en el grado de sellado marginal de restauraciones clase V realizadas con dos tipos de vidrio ionómero modificados con resina: Fuji II LC® y Geristore®.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Cuantificar “in vitro” el grado de sellado marginal de restauraciones realizadas con vidrio ionómero modificado con resina Geristore® mediante el proceso de termociclado.
- Cuantificar “in vitro” el grado de sellado marginal de restauraciones realizadas con vidrio ionómero modificado con resina Fuji II LC® mediante el proceso de termociclado.
- Comparar los resultados obtenidos de los grupos de estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

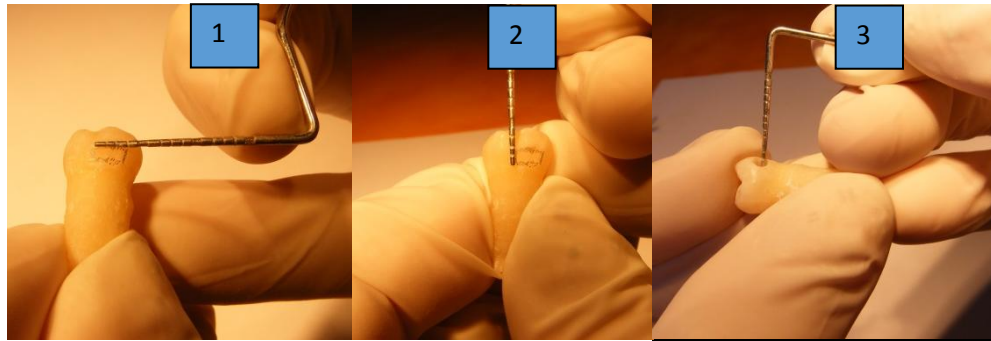
Este trabajo experimental se realizó en el Laboratorio de Biomateriales odontológicos del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Al igual que en estudios anteriores sobre la misma materia <sup>(76, 77, 78, 79, 80)</sup>, se utilizaron 30 dientes humanos sanos extraídos recientemente por indicación quirúrgica u ortodóncica, correspondientes a terceros molares, los cuales fueron donados por pacientes de entre 17 a 25 años de edad para este estudio, con el consentimiento informado del anexo 1 y el asentimiento informado (para menores de edad) del anexo 2. Estos dientes fueron almacenados en solución de suero fisiológico isotónico con formalina al 2% a temperatura ambiente, en recipientes cerrados, hasta que fueron utilizados en la etapa experimental.

Previo a su uso la superficie de cada diente fue debridada con una cureta manual Gracey 13/14 (Hu-Friedy Mfg. Co., IL, USA) para el retiro de restos de ligamento periodontal.

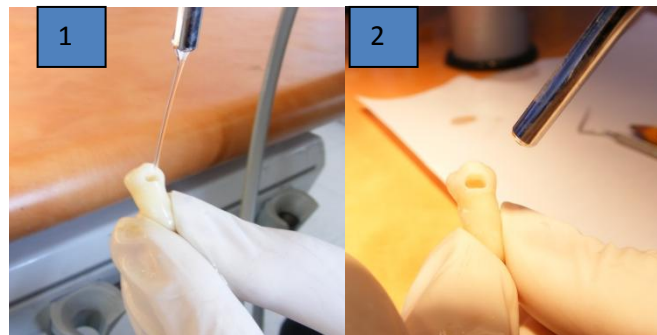
Una vez realizada la limpieza de las piezas dentarias se prepararon cavidades clase V en la superficie bucal y palatino/lingual de cada diente. Las preparaciones se realizaron utilizando una fresa cilíndrica de extremo plano piedra de diamante de grano grueso y turbina modelo RC-95-RM (W&H Dentalwerk, Bürmoos, Austria) con agua corriente para evitar su desecación. Las cavidades fueron realizadas por el mismo operador, estandarizadas en 3 mm de longitud, 2 mm de ancho y 3 mm de profundidad, con el margen gingival 1 mm sobre el límite amelocementario y el margen oclusal en esmalte (Figura N° 5). La profundidad de la cavidad se midió utilizando una sonda periodontal Carolina del Norte (Hu-Friedy Mfg. Co., IL, USA).

Una vez confeccionadas las preparaciones cavitarias, todas las piezas se mantuvieron en suero fisiológico hasta ser restauradas.



**Figura N° 5:** Estandarización de cavidades operatorias. Panel 1: tres mm longitud. Panel 2: dos mm de ancho. Panel 3: tres mm de profundidad, medidos con sonda periodontal Carolina del Norte.

Previo al proceso de restauración, se procedió a lavar la superficie de ambas cavidades a restaurar con agua corriente de la jeringa triple del laboratorio de biomateriales dentales, de modo de eliminar los restos de tejido que quedaron luego de la preparación cavitaria con turbina modelo RC-95-RM (W&H Dentalwerk, Bürmoos, Austria). Posteriormente se secó de forma suave la preparación cavitaria con la misma jeringa triple, teniendo cuidado de no resecar el tejido dentinario. (Figura N° 6)



**Figura N° 6:** Proceso secuencial de lavado y secado de preparación cavitaria. Panel 1: Lavado con agua corriente de la jeringa triple. Panel 2: Secado de la superficie cavitaria con jeringa triple.

Luego, al momento de su restauración, las preparaciones cavitarias fueron divididas en 2 grupos de acuerdo al tipo de vidrio ionómero utilizado:

- Grupo (A): Restauraciones vestibulares realizadas con vidrio ionómero Fuji II LC® (GC America Inc., IL, USA).

- Grupo (B): Restauraciones palatino/linguales realizadas con vidrio ionómero Geristore® (Den-Mat corporation, CA, USA).

Para poder distinguir ambos grupos de estudio, se rotularon previamente todas las piezas dentarias con lápiz indeleble en la zona cervical vestibular y palatino/lingual de cada molar.

Los materiales restauradores fueron utilizados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. En el caso del Vidrio ionómero reforzado con resina Fuji II LC®, se mezcló el polvo con el líquido en una proporción de 1:2 (Figura N° 7), para luego colocarlo en la cavidad con un aplicador en una primera etapa (Figura N° 8) y posteriormente compactando con una espátula de resina XTS® Smooth SatinSteel® (Hu-Friedy Mfg. Co., IL, USA) la segunda capa, mientras que el vidrio ionómero reforzado con resina Geristore® se colocó en las cavidades directamente con las puntas intraorales que trae su sistema de dispensación, el cual permite la automezcla del material al aplicarlo.



**Figura N° 7:** Frascos de dispensación y Proporción polvo/líquido (1:2) de vidrio ionómero reforzado con resina Fuji II LC®.





**Figura N° 8:** Colocación de vidrio ionómero reforzado con resina Fuji II LC®

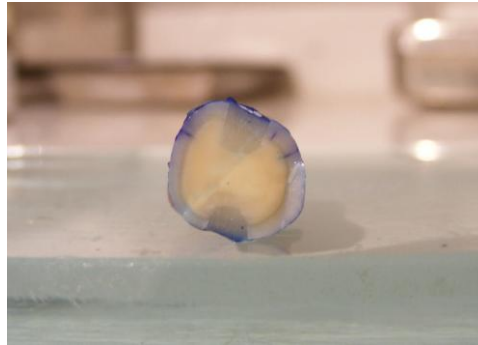
Los dientes fueron obturados en dos incrementos y fotocurados por 20 segundos cada vez utilizando una lámpara halógena convencional QHL-75® (Dentsply Caulk, DE, USA) con una intensidad de  $500 \text{ mW/ cm}^2$ . Una vez hechas las restauraciones se sellaron los ápices abiertos con vidrio ionómero de restauración Chemfil® Superior (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemania). Luego se cubrieron las raíces con una capa de cianocrilato, otra de esmalte de uña y una tercera capa de acrílico rosado de autocurado Marche (Félix Martín y Cía. Ltda., Stgo., Chile) para asegurar la impermeabilidad de las raíces de los molares, dejando al descubierto las restauraciones realizadas, con un margen aproximado de 1 mm, conservando la rotulación de las caras vestibulares y palatino/linguales. Además, una vez polimerizado el acrílico rosado Marche se procedió a realizar dos agujeros con fresa de diamante redonda y turbina RC-95-RM (W&H Dentalwerk, Bürmoos, Austria) en el acrílico de la zona palatino/lingual de las raíces de los molares en estudio para identificar el grupo B, obturado con el cemento Geristore®, dejando sin agujeros las raíces cubiertas con acrílico de la parte vestibular que contiene las restauraciones del grupo A, obturadas con el cemento Fuji II LC®, asegurando así la distinción de ambos grupos aun después del proceso de termociclado.

Las piezas dentarias restauradas fueron conservadas en una estufa a  $37^\circ \text{ C}$  y 100% de humedad relativa durante 1 semana, para luego ser sometidas al proceso de termociclado.

El termociclado consistió en 100 ciclos entre  $5^\circ \text{ C}$ - $55^\circ \text{ C}$ , cada ciclo consistió en sumergir los especímenes en tres recipientes a  $5^\circ \text{ C}$ ,  $23^\circ \text{ C}$  (temperatura ambiente) y  $55^\circ \text{ C}$  respectivamente, con una solución de azul de metileno al 1%,

los cuales fueron mantenidos en la solución por 30 segundos a 5° C, 15 segundos a T° ambiente, 30 segundos a 55° C y luego a T° ambiente. El baño térmico de los tres recipientes en los que se sumergió a las piezas dentarias contaba con 200 ml de solución acuosa de azul de metileno al 1%, el cual sirvió como indicador de la microfiltración en la interfase diente-restauración.

Cuarenta y ocho horas después se procedió a cortar los dientes en sentido perpendicular a su eje mayor a nivel coronario, utilizando micromotor de baja velocidad modelo EX 203C (NSK Company, Tochigi, Japón), con portadisco y disco diamantado bajo agua corriente para evitar su desecación, pasando por las dos cavidades para exponer así la interfase diente-restauración (Figura N° 9).



**Figura N° 9:** Corte de la muestra para exponer interfase diente-restauración.

La microfiltración se midió con estereomicroscopía 25x de aumento y consistió en observar la penetración del colorante entre el diente y la restauración midiendo la distancia que el colorante recorrió en la interfase y obteniendo el porcentaje de infiltración en relación a la longitud total de la cavidad hasta la pared axial.

Posteriormente, se procedió al análisis de los datos utilizando el programa estadístico SPSS versión 1.6. Los datos de ambos grupos se sometieron primeramente a estudios de distribución normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Posteriormente se estimaron estadígrafos descriptivos y finalmente 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

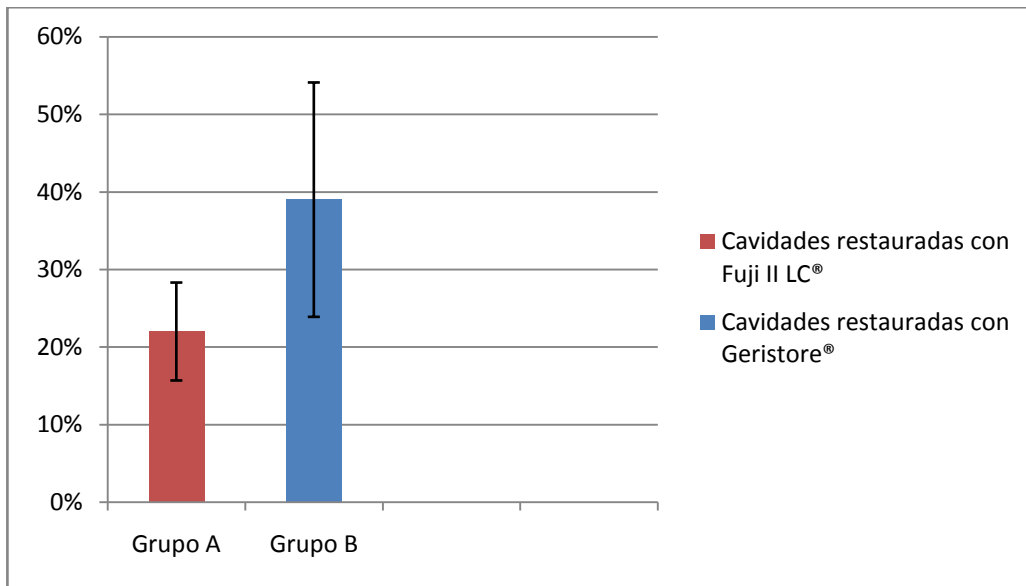
A continuación se presentan los resultados obtenidos de las muestras en estudio, tanto para el grupo A (Fuji II LC®) como para el grupo B (Geristore®).

**Tabla N° 1:** Valores de porcentaje de infiltración de ambos materiales y promedio.

| N° de muestra | % Microfiltración grupo A<br>(Fuji II LC®) | % Microfiltración grupo B<br>(Geristore®) |
|---------------|--|---|
| 1             | 100%                                       | 100%                                      |
| 2             | 80%  | 90%                                       |
| 3             | 4%   | 6%  |
| 4             | 7%   | 9,40%                                     |
| 5             | 0%   | 8,50%                                     |
| 6             | 0%   | 0%  |
| 7             | 0%   | 0%  |
| 8             | 43%  | 62,50%                                    |
| 9             | 0%   | 0%  |
| 10            | 35,50%                                     | 71,40%                                    |
| 11            | 12%  | 90%                                       |
| 12            | 0%   | 7,60%                                     |
| 13            | 70%  | 100%                                      |
| 14            | 28,80%                                     | 72%                                       |
| 15            | 9%   | 11%                                       |
| 16            | 21%  | 23%                                       |
| 17            | 26%  | 56%                                       |
| 18            | 9%   | 15%                                       |
| 19            | 6%   | 9%  |
| 20            | 90%  | 100%                                      |
| 21            | 28%  | 70%                                       |
| 22            | 5%   | 6%  |
| 23            | 16%  | 95%                                       |
| 24            | 13%  | 22%                                       |

|                                |       |       |
|--------------------------------|-------|-------|
| 25                             | 50%   | 62%   |
| 26                             | 0%    | 5%    |
| 27                             | 0%    | 0%    |
| 28                             | 0%    | 0%    |
| 29                             | 18%   | 78%   |
| 30                             | 0%    | 0%    |
| Promedio                       | 22%   | 39%   |
| Desv. Estándar                 | 28,70 | 38,75 |
| % Muestras sin microfiltración | 30%   | 20%   |

**Gráfico N° 1:** Comparación del valor de porcentaje promedio de microfiltración marginal de ambos vidrios ionómeros reforzados con resina más desviación estándar respectiva.



## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS 1.6. Los datos de ambos grupos se sometieron primeramente a estudios de distribución normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Posteriormente se estimaron 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  $\alpha = 0,05$ .

**Tabla N° 2: Resultados de la estimación de la normalidad en los datos de ambos tratamientos estimados**

| <b>Pruebas de normalidad</b>    |             |              |    |      |
|---------------------------------|-------------|--------------|----|------|
| Vidrio<br>Ionómero<br>Reforzado |             | Shapiro-Wilk |    |      |
|                                 |             | Estadístico  | Gl | Sig. |
| Infiltración                    | Fuji II LC® | ,775         | 30 | ,000 |
| Marginal                        | Geristore®  | ,818         | 30 | ,000 |

En la Tabla 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.

**Tabla N° 3: Resultados de la estimación de estadígrafos descriptivos (media, mediana, varianza y desviación estándar).**

| <b>Descriptivos</b>              |                         |            |             |
|----------------------------------|-------------------------|------------|-------------|
| Vidrio Ionómero reforzado        |                         |            | Estadístico |
| Infiltración Marginal<br>Grupo A | Fuji II LC®<br>(GC)     | Media      | 22,3767     |
|                                  |                         | Mediana    | 10,5000     |
|                                  |                         | Varianza   | 824,112     |
|                                  |                         | Desv. típ. | 28,70734    |
|                                  |                         | Mínimo     | ,00         |
|                                  |                         | Máximo     | 100,00      |
|                                  |                         | Rango      | 100,00      |
| Infiltración Marginal<br>Grupo B | Geristore®<br>(Den-Mat) | Media      | 38,9800     |
|                                  |                         | Mediana    | 18,5000     |
|                                  |                         | Varianza   | 1501,702    |
|                                  |                         | Desv. típ. | 38,75180    |
|                                  |                         | Mínimo     | ,00         |
|                                  |                         | Máximo     | 100,00      |
|                                  |                         | Rango      | 100,00      |

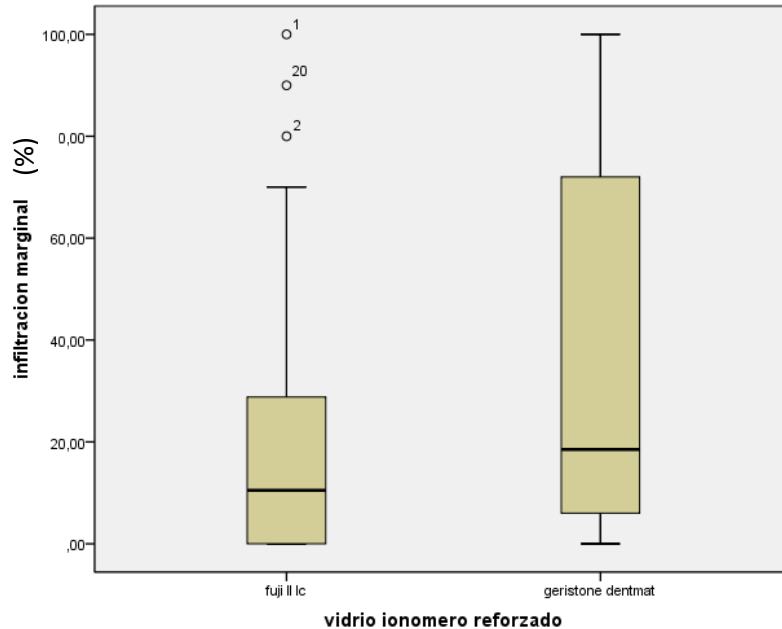
Se muestran los valores de la media y la mediana, observándose que ambos valores son superiores en el Grupo B (Restauraciones realizadas con “Geristore®, Den-Mat”), lo que indica que la microfiltración aparentemente es mayor con esta restauración en relación con la comparada.

Tabla N° 4: Resultados de la comparación entre los dos tratamientos estudiados.

| Estadísticos de contraste <sup>a</sup> |                       |
|--|-----------------------|
|  | Infiltración Marginal |
| U de Mann-Whitney                      | 352,500               |
| W de Wilcoxon                          | 817,500               |
| Z                                      | -1,453                |
| <b>Sig. asintót. (bilateral)</b>       | <b>,146</b>           |

En la Tabla se muestran los resultados de la comparación entre ambos tratamientos. El nivel de significancia en la prueba empleada fue de 0,146, lo cual indica que no fue significativo ( $p > 0,05$ ), lo cual indica que ambos tratamientos no tienen diferente nivel de microfiltración.

Gráfico N° 2: Análisis estadístico representado en diagrama de cajas en ambos tipos de restauración.



En el Gráfico se observa que ambas medianas se aproximan, y que la distribución de los datos en la columna “Geristore” es más amplia.

## Discusión

A pesar de los avances que se han obtenido a nivel de biomateriales dentales en las últimas décadas, la microfiltración marginal y las consecuencias que ésta conlleva siguen siendo la gran debilidad de la Odontología Restauradora. Es por este motivo que se hace necesario una continua investigación e innovación a nivel de los materiales usados en el quehacer odontológico.

Los cementos de vidrio ionómero modificados con resina son más usados en la práctica clínica en comparación a los cementos de vidrio ionómero convencionales, debido a que como se menciona en el marco teórico, se han formulado con el fin de mejorar las propiedades de éstos, buscando disminuir el tiempo de endurecimiento inicial y las dificultades de manejo y aumentar la resistencia al desgaste y las propiedades mecánicas del cemento, lo cual es muy importante a la hora de restaurar zonas donde se ejercen fuerzas tipo cuña donde lo ideal es que permanezcan el mayor tiempo posible, como es en el caso de las abfracciones <sup>(28)</sup>. Además los cementos de vidrio ionómero modificados con resina poseen mejor estética en comparación a los convencionales, lo cual es ideal en la restauración de lesiones cariosas y no cariosas clases V de pacientes con sonrisas gingivales o grandes recesiones. La otra característica importante es que mantienen la capacidad de liberar flúor, siendo a menudo mejor que la de los cementos de vidrio ionómero convencionales, lo cual es bastante favorable en pacientes que poseen un alto riesgo cariogénico.<sup>(4, 55)</sup>

Una característica significativa de los cementos de vidrio ionómero es su adherencia química a las estructuras dentarias, lo cual tiene un gran valor del punto de vista clínico, ya que se reducirían las posibilidades de filtración a nivel del margen diente-restauración <sup>(58, 59)</sup>. Sin embargo, no todos los estudios de microfiltración dan resultados favorables para los cementos de vidrio ionómero modificados con resina. Es el caso de Neo y cols.<sup>(41)</sup> y Folwaczny y cols.<sup>(66)</sup> que obtuvieron una pobre adaptación marginal de los cementos y decoloración de sus márgenes tanto en el corto como en el mediano plazo respectivamente, lo que indica que estos materiales podrían considerarse sólo como material de obturación



temporal, ya que tenderían a infiltrarse con el tiempo, pudiendo producirse recidivas o caries más profundas en la pieza dentaria restaurada. Esto coincide con la presente investigación, en la cual se obtuvo microfiltración marginal en ambos grupos de estudio, que pese a no ser evaluada en el tiempo, ni tampoco en pacientes como en los estudios anteriormente nombrados, mostró un incompleto sellado de los márgenes de las cavidades restauradas, decolorándose la superficie al someter las muestras al proceso de termociclado, con el cual se simula el estrés térmico al que están sometidas las restauraciones en boca.

De igual forma se hace necesario destacar que aunque hubo filtración de los márgenes, esta no fue total en todas las muestras, sino que hubo restauraciones con ausencia total de microfiltración, las que constituyen un 30% en el caso del grupo A (obturado con Fuji II LC®) y un 20% en el caso del grupo B (obturado con Geristore®). Esto nos habla de que aparentemente el cemento Fuji II LC® tendría un desempeño más favorable en cuanto al sellado marginal de las preparaciones cavitarias restauradas, sin embargo, el presente estudio es limitado, ya que al ser una investigación *in vitro*, no reproduce las variables a la que están expuestas las restauraciones en la cavidad oral, donde influyen además de la higiene y cuidado personal, los malos hábitos que pudiera tener la persona, tales como el uso de goma de mascar, la onicofagia, la interposición de objetos y el estrés generado por el bruxismo. Todas estas variables pudieran acelerar el desprendimiento del material de la zona restaurada, sobre todo cuando el material está expuesto a fuerzas tipo cuña en el caso de la restauración de abfracciones <sup>(28, 30, 31)</sup>. Debido a ello, además de restaurar las piezas dentarias dañadas, se hace necesario educar a la persona en cuanto a los hábitos de higiene y dieta y corregir malos hábitos orales.

Dentro de las variables que se presentaron en el presente estudio, es importante mencionar el tema de la manipulación y preparación de ambos cementos, ya que varía de forma considerable según la marca comercial utilizada, pudiendo producir resultados diversos en la práctica odontológica diaria. En el caso del cemento de vidrio ionómero modificado con resina Fuji II LC®, tanto el polvo como el líquido vienen dispensados en frascos, por lo que la mezcla la realiza de forma manual el operador, debiendo ser cauteloso en no contaminar el polvo o el líquido con

elementos extraños que pudieran alterar la reacción de polimerización de las resinas fotosensibles del ionómero. Además se debe tener cuidado con la luz proveniente del sillón dental o del ambiente clínico, ya que al estar expuesto al medio el material durante la mezcla, pudiera comenzar a endurecerse antes del tiempo estimado, dificultando su colocación en la cavidad a restaurar.

Controlando todos los factores externos que pudieran alterar el cemento, luego de la mezcla, se hace necesario utilizar un aplicador o espátula que permita llevar el material a la cavidad operatoria. En el presente estudio el material Fuji II LC® brindó un buen tiempo de trabajo, pero costaba manipularlo, ya que tendía a adherirse al aplicador utilizado, haciéndose dificultosa su inserción en el fondo de la cavidad, por lo que si no se obtura por capas, como se hizo en el presente estudio y como lo recomienda el fabricante, se corre el riesgo de dejar zonas sin material, lo que va en desmedro del sellado cavitario.

En el caso del cemento de vidrio ionómero modificado con resina Geristore®, su manipulación e inserción a la cavidad operatoria es mucho más fácil y práctica, ya que todo el material viene en una jeringa, la cual posee un sistema de automezcla, eliminándose los posibles errores por parte del operador que lo manipula o la contaminación con elementos extraños que pudieran alterar la polimerización del componente de resina. Además este sistema posee una serie de “puntas intraorales”, las cuales permiten depositar el material directamente sobre la cavidad a restaurar, sin necesidad de usar aplicadores o espátulas, facilitando así la inserción y el relleno total de la cavidad operatoria a restaurar. Sin embargo, el tiempo de trabajo es menor en comparación al cemento de vidrio ionómero modificado con resina Fuji II LC®, ya que el material una vez que se automezcla, al ir fluyendo por las puntas se va endureciendo, por lo que es necesario ser rápidos en su colocación. Esto último impide reusar las “puntas intraorales”, ya que queda material en su interior, el cual impide que fluya una nueva porción del cemento.

Respecto al desempeño que tuvieron los materiales estudiados en cuanto al sellado marginal logrado *in vitro*, se observó una mayor microfiltración en las muestras restauradas con Geristore®, sin embargo, al someter los resultados

obtenidos en nuestra investigación al análisis estadístico del test no paramétrico de U de Mann-Whitney, este nos indica que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p$  mayor a 0,05) en cuanto a la microfiltración marginal del grupo A (restaurado con el cemento de vidrio ionómero modificado con resina Fuji II LC®) y el grupo B (restaurado con el cemento de vidrio ionómero modificado con resina Geristore®).

Pocos son los estudios de microfiltración en Latinoamérica respecto al cemento de vidrio ionómero modificado con resina Geristore®, ya que este es un producto relativamente nuevo de la empresa Den-Mat, que recién se está lanzando a la venta en el mercado chileno. No así con el cemento de vidrio ionómero modificado con resina Fuji II LC®, el cual lleva una gran trayectoria en el mercado chileno y extranjero, teniéndose más antecedentes de este último, por lo que se ha convertido en uno de los cementos de vidrio ionómero de elección en la práctica clínica dental. Según los diversos estudios sobre este material, el sellado marginal logrado por el Fuji II LC® es bastante satisfactorio tanto en estudios *in vitro* como *in vivo*.

Dentro de los estudios *in vitro* se encuentra el de Kleinman y cols. (1997)<sup>(65)</sup>, los cuales compararon el cemento de vidrio ionómero modificado con resina Fuji II LC® con un cemento de vidrio ionómero de autocurado, un cemento de vidrio ionómero de fotocurado (Vitremer®) y un compómero. Los tres cementos de vidrio ionómero en estudio mostraron menor microfiltración en comparación a las cavidades restauradas con el compómero, encontrándose el Fuji II LC® en el segundo lugar dentro de las restauraciones menos infiltradas<sup>(65)</sup>. En todos los casos la filtración fue mayor en la pared cervical, dato a tener en cuenta, sobretodo en el ámbito clínico, ya que es una zona que por lo general está subgingival y si no se tienen hilos separadores o técnicas de aislación adecuada tiende a dificultar la colocación de los materiales y su desempeño en el tiempo.

Un estudio *in vitro* más actual es el de Vishnu y cols. (2012)<sup>(52)</sup>, el cual comparó la microfiltración de un cemento de vidrio ionómero convencional, el Fuji II LC® y un compómero. En este estudio también se utilizó el proceso de termociclado con azul de metileno, pero las muestras dentarias provenían de bovino. El cemento de

vidrio ionómero modificado con resina (Fuji II LC®) exhibió la menor microfiltración. Esto puede deberse a la adhesión superior de este material a las paredes dentarias y a que su coeficiente de expansión térmica es similar a la del diente <sup>(52)</sup>. Pese a estas características, al someter los resultados a análisis estadístico, se obtuvo que las diferencias no fueron significativas, similar a lo que encontramos en la presente investigación. Otra de las características que destacaban del Fuji II LC® en el estudio de Vishnu y que lo pondría sobre el compómero u otros materiales de fotocurado solamente, es que es un material de curado dual, por lo que permite que aquellas zonas que no son alcanzadas por la luz igualmente endurezcan por el proceso de autocurado y mantengan las propiedades beneficiosas del material restaurador.

En el presente estudio, ambos cementos de vidrio ionómero modificados con resina son de curado dual, y por lo que arrojó el análisis estadístico, ambos serían una posibilidad al momento de elegir un material de restauración, sin embargo, el Fuji II LC® tuvo un promedio menor de microfiltración, lo cual se evidencia al analizar el gráfico N° 1, por lo que aparentemente pudiera tenerse en mayor consideración al momento de elegir entre uno y otro cemento. Sin embargo, científicamente la diferencia no es significativa, lo que pudiera deberse a la gran desviación estándar presente en ambas muestras y a que hay especímenes que en ambos grupos presentaron 100% de microfiltración.

De igual forma se hace necesario mayor investigación en el área de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina, sobre todo con el Geristore®, ya que como se discutió en un principio, son muchas las variables a las que está expuesto un estudio *in vitro* y sería ideal hacer estudios clínicos *in vivo*, tanto con lesiones cariosas como no cariosas, en las cuales el desempeño del material puede variar considerablemente.

En el caso del Fuji II LC®, uno de los estudios *in vivo* que lo respalda es el de Koubi y cols. (2006), el cual comparó restauraciones de composite con restauraciones realizadas con el cemento de vidrio ionómero Fuji II LC® en lesiones cervicales no cariosas. En este caso el Fuji II LC® fue más fácil de manipular y presentó una gran tasa de retención en comparación al composite, sin

embargo, no dio la mejor calidad superficial y presentó porosidades <sup>(67)</sup>, lo cual también se observó en el presente trabajo de investigación.

El presente estudio sirve como referencia para el odontólogo al momento de tomar la decisión de escoger entre un cemento de vidrio ionómero u otro. Por el análisis obtenido podemos deducir que ambos materiales son viables para su uso en la clínica, pero como se nombró anteriormente, sólo serían de uso temporal y al ser un estudio *in vitro*, no se puede tomar como absoluto, siendo necesario una mayor investigación en el área de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina.

## CONCLUSIÓN

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

- La microfiltración marginal de las muestras del grupo A (restauraciones realizadas con el cemento de vidrio ionómero modificado con resina Fuji II LC®, GC) tuvo un valor de porcentaje promedio de 22%.
- La microfiltración marginal de las muestras del grupo B (restauraciones realizadas con el cemento de vidrio ionómero modificado con resina Geristore®, Den-Mat) tuvo un valor promedio de 39%.
- No existen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) al comparar la microfiltración marginal entre restauraciones realizadas con Fuji II LC® y restauraciones realizadas con Geristore®.
- Finalmente, y en consecuencia a los resultados obtenidos en el presente estudio, se rechaza la hipótesis planteada, en la cual se postulaba: "Las restauraciones clase V realizadas con el vidrio ionómero modificado con resina Fuji II LC®, tienen mejor comportamiento en cuanto al sellado marginal logrado, en comparación al cemento de vidrio ionómero modificado con resina Geristore®".

## SUGERENCIAS

Luego de realizar este trabajo y analizar los resultados se sugiere complementar la presente investigación con lo siguiente:

1. Realizar nuevos estudios, siguiendo esta línea de investigación, para corroborar los resultados obtenidos y tener mayor evidencia que respalde el uso del cemento Geristore® y guíe en la elección entre uno y otro cemento.
2. Realizar un estudio *in vivo* para evaluar el comportamiento clínico a largo plazo de restauraciones de cemento de vidrio ionómero modificados con resina, utilizando el cemento Fuji II LC® y el cemento Geristore®.
3. Realizar un estudio que evalúe y compare el grado de resistencia adhesiva que alcanzan restauraciones de cemento de vidrio ionómero modificados con resina realizadas con el cemento Fuji II LC® y el cemento Geristore®.

## Bibliografía

- (1) Torres D. (2003). “Análisis comparativo *in vitro* de la microfiltración de restauraciones realizadas con resina de enlace Single Bond con y sin fotopolimerizar el adhesivo”. Trabajo de investigación para optar el título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile.
- (2) Sidhu SK (2010). “Clinical evaluations of resin-modified glass-ionomer restorations” *Dental Materials* 26(1) 7-12.
- (3) Zhao J, Weng Y, Xie D (2009). “In vitro wear and fracture toughness of an experimental light-cured glass-ionomer cement”. *Dental Materials* 25(4) 526-534.
- (4) Sidhu SK; Watson TF. (1995) “Resin-modified glass ionomer materials”. *American Journal of Dentistry* 8(1) 59-67.
- (5) Correr GM, Bruschi RC, Correr Sobrinho L, Puppim-Rontani RM, Ferracane JL (2006). “In vitro wear of resin-based materials—simultaneous corrosive and abrasive wear”. *Journal of Biomedical Materials Research B Applied Biomaterials* 78(1) 105-114.
- (6) Baseggio W, Naufel FS, Davidoff DC, Nahsan FP, Flury S, Rodrigues JA (2010). “Caries-preventive efficacy and retention of a resin-modified glass ionomer cement and a resin-based fissure sealant: A 3-year split-mouth randomised clinical trial”. *Oral Health and Preventive Dentistry* 8(3) 261-268.
- (7) Loguercio AD, Reisa A, Barbosa AN, Roulet JF (2003). “Five-year double-blind randomized clinical evaluation of a resin-modified glass ionomer and a polyacid-modified resin in noncarious cervical lesions”. *Journal of Adhesive Dentistry* 5(4) 323-332.



- (8) Ruiz JL, Mitra S (2006). "Using cavity liners with direct posterior composite restorations". *Compendium of Continuing Education in Dentistry* 27 (6).
- (9) Berzins DW, Abey S, Costache MC, Wilkie CA, Roberts HW (2010). "Resin-modified glass-ionomer setting reaction competition". *Journal of Dental Research* 89 (1) 82-86.
- (10) Coutinho E, Cardoso MV, De Munck J, Neves AA, Van Landuyt KL y cols.(2009). "Bonding effectiveness and interfacial characterization of a nano-filled resin-modified glass-ionomer". *Dental Materials* 25 (11) 1347-1157.
- (11) Beñaldo C. (2005). "Estudio comparativo in vitro de la microfiltración de restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo convencional y otras realizadas con un sistema adhesivo con nanorelleno". Tesis de pregrado Facultad de Odontología Universidad de Chile.
- (12) Barrios U. (2004). "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. Facultad de Odontología. Universidad de Chile.
- (13) K.Ikeda, A.Fujishima, M.Yamamoto, M.Inoue, M.Suzuki, T.Miyazaki, R.Sasa (2001)." IR Analysis on curing behaviour of resin-modified glass ionomer cements" (School of Dentistry, College of Arts and sciences, Showa University, Tokyo, Japan) ; 79th General Session & Exhibition of the IADR, Abstract 1449.
- (14) Fruits T., Coury T., Miranda F., Duncanson M. (1997-1998). Aplicaciones y propiedades de los cementos de vidrio ionómero disponibles en la actualidad. Una revisión. *J. Clín. Odont.* 13(4):44-53.

- (15) MINSAL, Soto L, Tapia R y col. (2007) Diagnóstico Nacional de Salud Bucal de los niños de 6 años. Chile.
- (16) Soto L, Tapia R y col. (2007) Diagnóstico Nacional de Salud Bucal del Adolescente de 12 años y Evaluación del Grado de Cumplimiento de los Objetivos Sanitarios de Salud Bucal 2000-2010. Chile.
- (17) Arteaga O, Urzúa I, Espinoza I, Muñoz A, Mendoza C. (2009) Prevalencia de Caries y Pérdida de Dientes en Población de 65 a 74 Años de Santiago, Chile. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehábil. Oral; 2(3):161-166.
- (18) Sheiham A. (2005) Oral health, general health and quality of life. Bulletin of the World Health Organization September, 83 (9).
- (19) Mariné A., Stanke F., Urzúa I. (1999). "Nuevas estrategias en cariología". Primera Edición. Editores Dr. F. Stanke y Dr. I. Urzúa. Chile. 125p. Págs. 5-48. Cap.1, 2, 3 y 4.
- (20) Mariné A., Stanke F., Urzúa I. (1997) "Tratamiento de una enfermedad infectocontagiosa". Primera Edición. Editor Dr. Felipe Stanke. Chile. 54p. Págs. 9-26. Cap. 1, 2, 3, 4 y 5.
- (21) Barrancos J. (2006). "Operatoria Dental". 4ta Edición. Editorial Panamericana.
- (22) Bader M., Astorga C., y col. (1996) "Biomateriales Dentales" Propiedades Generales. Tomo I. Primera edición. U. de Chile. 73 p. Págs. 6-15, 49-62. Cap. I, IV, VI.
- (23) Craig R. (1988). "Materiales Dentales Restauradores". 7º Edición. Editorial Mundi S.A.I.C. y F. Argentina. 570p. Págs. 237-266. Cap. 10.

- (24) Xhonga FA, Valdmanis S. (1983) "Geographic comparisons of the incident of dental erosion: a two centre study". *J O Rehab.*,10: 269-77.
- (25) Rob N.D., Smith B. G. N., Geidrys-Leeper E. (1995) "The distribution of erosion in the dentitions of patients with eating disorders". *Br Dent J.* march; 178: 171-175.
- (26) Bevenius J., L'Estrange P., Animar-Mansson B (1988). "Erosion: guide lines for the general practitioner". *Aust Dent J.*, 33 (5): 407-11.
- (27) Bergstrom J., Eliasson S. (1988) "Cervical abrasion in relation to toothbrushing and periodontal health". *Scand J Dent Res.* Oct; 96 (5): 405-11.
- (28) Venturini Pola IA. (2009) "Stress distribution in the cervical region of an upper central incisor in a 3D finite element model". *Braz Oral Res.* 23 (2):161-8.
- (29) Cuniberti N. (2001) "Lesiones cervicales no cariosas y su tratamiento". *Rev Asoc Odontol Argent.*, 89 (5):514-26.
- (30) Grippo J. (2004) "Attrition, abrasion, corrosion and abfraction". *J Am Dent Assoc.*, 135: 1109-18.
- (31) Ost S. (2006) "Abrasión, atricción y erosión: la dentición como sistema tribológico (I)". *Quint.* (Ed. esp.) 19 (7): 410-19.
- (32) Calabria H. (2009). "Lesiones no cariosas del cuello dentario: patología moderna, antigua controversia". *Odontoestomatología* vol.11 no.12 Montevideo.
- (33) Litonjua LA. (2003) "Non carious cervical lesions and abfractions: a re-evaluation". *J Am Dent Assoc.* 134 (7): 845-54.

- (34) Cuniberti N, Rossi G. (2007) "Abfracción. La lesión dental del futuro. Parte I. Etiopatogenia y características clínicas". Rev Asoc Odontol Argent. 95 (3): 235-42.
- (35) Leinfelder K. (1994). "Restoration of abfracted lesions". Compend Edu Cont. 15 (11): 1396-1400
- (36) Phillips. (1998). "Ciencia de los Materiales Dentales". 10º Edición. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. 745p. Págs. 13-32, 313-326. Cap. 2 y 3.
- (37) De Moor R. (1996). The formulation of glass ionomers and their degree of fluoride. Rev Belge Med Dent. 51 (3):9-21.
- (38) Saavedra PB. (2006). Tesis Comparación "In Vitro" del grado de resistencia adhesiva de los sistemas adhesivos single bond y adper single bond 2. Trabajo de investigación, requisito para optar al título de cirujano dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile.
- (39) Cardoso MV y cols. (2010). "Towards a better understanding of the adhesion mechanism of resin-modified glass-ionomers by bonding to differently prepared dentin". J Dent; Nov; 38 (11): 921-9.
- (40) Simancas Y., Rosales J., Vallejo E. (2012). "Efecto del termociclado y el acondicionamiento en el sellado de una resina microhibrida". Acta Odontol. Venezolana vol 50 N° 2, art. 6.
- (41) Neo J, Chew CL, Yap A., Sidhu S (1996) Clinical evaluation of tooth-colored materials in cervical lesions. Am J Dent; 9:15-8.
- (42) Craig (1998). "Materiales dentales restauradores". 7ma edición. Capítulo 4. Págs. 215-221.

- (43) FEJERSKOV O. (1997). Concepts of dental caries and their consequences for understanding the disease. *Comm. Dent. Oral Epidem* (25); 5-12
- (44) Cenci MS. Y cols. (2004). "Microleakage in bonded amalgam restorations using different adhesive materials" *Braz Dent J*; 15, pp. 13–18. 88
- (45) Browning W., Johnson W., Gregory P. (1997) Postoperative pain following bonded amalgam restorations. *Oper Dent*; 22: 66-71.
- (46) Macchi R. L. (2000) "Materiales Dentales". 3era edición. Editorial Médica Panamericana. 373p. Págs. 3-12. Cap. 2.
- (47) Leinfelder K. (1997) "New developments in resine restorative systems". *JADA*. 128: 573-581.
- (48) Roulet JF (1997). "Longevity of glass ceramic and amalgam result up to 6 years". *Clinic oral invest*; (1) 40-46.
- (49) Fuentes, C. (2004) "Estudio comparativo in vitro de la fuerza adhesiva de restauraciones indirectas estéticas cementadas con cemento de resina dual y resina fluida". Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano Dentista. Facultad odontología, Universidad de Chile.
- (50) Demarco FF y cols. (2007) "Class II composite restorations with metallic and translucent matrices: 2-year follow-up findings". *J Dent*; 35, pp. 231–23.
- (51) Astorga C., Bader M. y col. (2004) "Biomateriales odontológicos". Tomo I. Primera edición. U. de Chile. 193 p. Págs. 184-188. Cap. 14.

- (52) Vishnu C., Balagopal V., y col. (2012). "Comparative evaluation of tensile bond strength and microleakage of conventional glass ionomer cement, resin modified glass ionomer cement and compomer: An in vitro study". *Contemp Clin Dent*. Jul-Sep; 3 (3): 282–287.
- (53) Hattab FN, Salem NS. (1992) "Estudio in vivo de la liberación de flúor de un cemento de ionómero de vidrio". *Quintessence (ed. esp.)* 5: 437-40.
- (54) Koch G, Hatoboovuc S. (1990) "Glass ionomer as a fluoride release system in vivo". *Swed Dent J.*, 14: 267-73.
- (55) Van Meerbeek B, Van Landuyt K, DeMunck J, Inoue S, Yoshida Y, Perdigao J. y cols.(2006). Bonding to enamel and dentin. *Fundamentals of Operative Dentistry*. Quintessence, Chicago, IL 183-260.
- (56) Mount GJ (2002) Description of glass-ionomers In: *An Atlas of Glass-ionomer Cements: A Clinician's Guide* Martin Duntz Ltd, London 1-42.
- (57) Burgess JO, Norling B, & Summitt JB (1994). Resin ionomer restorative materials: The new generation. *Journal of Esthetic Dentistry* 6(5) 207-215.
- (58) Mitra SB. y cols. (2009). Long-term adhesion and mechanism of bonding of a paste-liquid resin-modified glass-ionomer. *Dent Mater*; Apr; 25(4):459-66.
- (59) Mickenautsch y cols. (2011). Therapeutic effect of glass-ionomers: an overview of evidences. *Aust Dent J.*; Mar; 56 (1):10-5.
- (60) Van Dijken J., Kieri C., Carlén M. Longevity of extensiveclass II open-sandwich restorations with a resin-modified glass-ionomer cement. *J Dent Res* 1999; 78: 1319–25.

- (61) Folleto informativo Fuji II LC®, cemento de vidrio ionómero modificado con resina, GC America Inc, IL, USA.
- (62) Boghosian y cols. (1999) Clinical evaluation of a resin modified glass ionomer restorative: 5-yr. results, *J Dent*; 78:285.
- (63) Folleto informativo Geristore®, cemento de vidrio ionómero modificado con resina, Den-Mat Corporation, IL, USA.
- (64) Scherer W. (1996) The use of a resin-ionomer in varying restorative procedures: case reports. *J Marmara Univ Dent Fac.*, Sep; 2 (2-3):479-82.
- (65) Kleinman L., Anabalón A., Cortés P., Stanke C., (1997) “Termociclado en la microfiltración de restauraciones cervicales de resina compuestas y vidrio ionómeros.” *Rev. dent. Chile*, nov.; 88 (3):7-10.
- (66) Folwaczny M, Loher C, Mehl A, Kunzelmann K-H, Hickel R. (2001) Class V lesions restored with four different tooth-colored materials—3-year results. *Clin Oral Invest*; 5: 31–9.
- (67) Koubi S. y cols. (2006) “One-year clinical evaluation of two resin composites, two polymerization methods, and a resin-modified glass ionomer in non-carious cervical lesions”. *Contemp Dent*; nov 1; 7(5):42-53.
- (68) Brackett WW, Gunnin TD, Gilpatrick RO, Browning WD. (1998) Microleakage of class V compomer and light-cured glass ionomer restorations. *J Prosthet Dent*. 79: 261–3.
- (69) Oilo G, Um CM. (1992) Bond strength of glass-ionomer cement and composite resin combinations. *Quintessence Int*. 23: 633–9.
- (70) Lin A, McIntyre NS, Davidson RD. (1992) Studies on the adhesion of glass-ionomer cements to dentin. *J Dent Res*. 71:1836–41.

- (71) Camp Mark A., Jeansonne Billie, Lallier Thomas. (2003) "Adhesion of Human Fibroblasts to Root-End-Filling Materials," Journal of Endodontics, Vol. 29, No. 9.
- (72) Yu, Xinyi, (2003). "Solving Dental Practice Restorative Dilemmas with Geristore," DentalTown, 4 (1):40, January.
- (73) Ibsen R., Ouellet D., Yu Xinyi, (2001). "Geristore: A Lifeline in Everyday Practice," Dental Town, March.
- (74) Derkson GD, Pashley DH, Derkson ME. (1986) "Microleakage measurements of selected restorative materials: A new in vitro method". J Prosth Dent; 56(4): 435-40.
- (75) Sabando C. (2003). "Determinar *in vitro* la influencia del proceso de termociclado en los valores de microfiltración marginal en restauraciones de resina compuesta clase II." Tesis de pregrado. U. de Talca, Escuela de odontología, Chile.
- (76) Behjatolmoluk A., Abbas M., Elham N. (2007) Microleakage of class V compomer and light-cured glass ionomer Restorations in young premolar teeth. Journal of Mashhad Dental School, Mashhad University of Medical Sciences; 31(Special Issue): 25-28.
- (77) Mali P., Shobha D., Singh A. (2006) Microleakage of restorative materials: An in vitro study. J Indian Soc Pedod Prev Dent; 24:15-8.
- (78) Toledano M., Osorio E., Osorio R., García-Godoy F. (1999) Microleakage of Class V resin-modified glass ionomer and compomer restorations. J Prosthet Dent; 81:610-5.



- (79) Wilder A., Swift E., May K., Thompson J., McDougal R. (2000) Effect of finishing technique on the microleakage and surface texture of resin-modified glass ionomer restorative materials. *J of Dentistry* 28 (5): 367–373.
- (80) Puckett A., Fitchie J., Karns L, Dellinger T., Inman C. (2001) Microleakage of a compomer compared to conventional and hybrid ionomers. *Quintessence* 32:49-54.

## **ANEXO N° 1: FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

### **TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:**

“Estudio comparativo *in vitro* del sellado marginal entre dos tipos de vidrio ionómero modificados con resina”.

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar (o permitir participar a su hijo/hija o familiar), o no, en una investigación médica.

La alumna Melisa Sofía Luna Bastías, como investigadora del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, está realizando un estudio cuyo objetivo es evaluar la filtración de los márgenes de restauraciones temporales (cemento de vidrio ionómero modificados con resina), comparando dos marcas comerciales diferentes.

Nuestro estudio pretende, evaluar el sellado marginal logrado por restauraciones temporales en estructuras dentarias, específicamente en piezas molares sanas. Por esta razón que le solicitamos nos permita estudiar las piezas dentarias molares que le fueron extraídas en los pabellones de Cirugía Máxilo facial de la Universidad de Chile, las que serán usadas únicamente para el propósito de esta investigación.

Las muestras serán almacenadas indefinidamente, en un medio acuoso de suero fisiológico y formalina, hasta su utilización en el laboratorio para el fin anteriormente explicado.

Usted (o su hijo/hija o familiar) no se beneficiará por participar en esta investigación médica. Sin embargo, la información que se obtenga será de utilidad para conocer más acerca del comportamiento adhesivo de los biomateriales mencionados.

Esto no tendrá costos para usted (o su hijo/hija o familiar). Es posible que los resultados obtenidos sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo su nombre (o el de su hijo/hija o familiar) no será divulgado.

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria, sin que su decisión afecte la calidad de la atención médica que le preste nuestra institución.

Para cualquier duda favor contactar a:

Nombre del investigador: Melisa Luna Bastías

Teléfono del investigador: 93091761

Se me ha explicado el propósito de esta investigación médica, (o a mi hijo/hija o familiar). Firmo este documento voluntariamente. Se me entregará una copia firmada de este documento.

---

Nombre del participante

---

Nombre del padre/madre (o apoderado legal)

---

Individuo que obtiene Consentimiento (nombre y firma)

## ANEXO N° 2: FORMULARIO DE ASENTIMIENTO INFORMADO

Este documento de Asentimiento Informado es para jóvenes de 17 años, que asisten a los pabellones de Cirugía Máxilo facial de la Universidad de Chile y que se les invita a participar en la siguiente investigación: "Estudio comparativo *in vitro* del sellado marginal entre dos tipos de vidrio ionómero modificados con resina".

La alumna Melisa Sofía Luna Bastías, como investigadora del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, está realizando un estudio cuyo objetivo es evaluar la filtración de los márgenes de restauraciones temporales (cemento de vidrio ionómero modificados con resina), comparando dos marcas comerciales diferentes.

Te brindaremos información para invitarte a tomar parte de este estudio de investigación. Puedes elegir si participar o no. Hemos discutido esta investigación con tus padres/apoderado y ellos saben que te estamos preguntando a ti también para tu aceptación. Si vas a participar en la investigación, tus padres/apoderado también tienen que aceptarlo. Pero si no deseas tomar parte en la investigación no tienes porque hacerlo, aún cuando tus padres lo hayan aceptado.

Puedes discutir cualquier aspecto de este documento con tus padres o amigos o cualquier otro con el que te sientas cómodo.

Puede que haya algunas palabras que no entiendas o cosas que quieras que te las expliquemos mejor porque estás interesado o preocupado por ellas.

Nuestro estudio pretende, evaluar el sellado marginal logrado por restauraciones temporales en estructuras dentarias, específicamente en piezas molares sanas. Por esta razón que te solicitamos nos permitas estudiar las piezas dentarias molares que te fueron extraídas en los pabellones de Cirugía Máxilo facial de la Universidad de Chile, las que serán usadas únicamente para el propósito de esta investigación.

Las muestras serán almacenadas indefinidamente, en un medio acuoso de suero fisiológico y formalina, hasta su utilización en el laboratorio para el fin anteriormente explicado.

No te beneficiarás por participar en esta investigación médica. Sin embargo, la información que se obtenga será de utilidad para conocer más acerca del comportamiento adhesivo de los biomateriales mencionados.

Esto no tendrá costos para ti. Es posible que los resultados obtenidos sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo tu nombre no será divulgado.

"Sé que puedo elegir participar en la investigación o no hacerlo y que puedo retirarme cuando quiera. He leído esta información y la entiendo. Me han respondido las preguntas y sé que puedo hacer preguntas más tarde si las tengo. Entiendo que cualquier cambio se discutirá conmigo. Acepto participar en la investigación".

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

Firma del participante: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_