

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA**

“Análisis comparativo *in vitro* del grado de microfiltración marginal de restauraciones cementadas con un cemento de resina compuesta dual con y sin fotoactivar”

Claudia Adela Carmi Wehbi

**TRABAJO DE INVESTIGACION
REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dr. Marcelo Bader Mattar

TUTOR ASOCIADO

Dra. Silvia Monsalves Bravo

Santiago – Chile 2011

DEDICATORIA

A mis padres Omar y Madel por su cariño, apoyo incondicional y por el gran esfuerzo realizado durante estos años para lograr que sus hijos sean profesionales.

Y a mis hermanos Coni y Elías por su amistad y compañía.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Marcelo Bader por su paciencia, ayuda y sabios consejos.

Al Dr. Pedro Terrazas por su asesoría y orientación.

Al Sr. Pablo Venegas por la ayuda brindada.

A mis amigos de la Facultad JL, Sergio, Leo, Kathy, Felipe, Víctor, Pame, Andrés, David, Nico B., Pato, Pili y en especial a Nicolás Aranda; por todos los maravillosos momentos compartidos con ellos durante estos 6 años. Por las completadas, cumpleaños, chorrillanas, karaokes, playa, tardes de ping-pong, juntas, etc. para que sigan repitiéndose y no se pierda esta linda amistad.

ÍNDICE

Introducción.....	pág 7
Marco Teórico.....	pág 10
Hipótesis.....	pág 23
Objetivo General.....	pág 24
Objetivos Específicos.....	pág 25
Materiales y métodos.....	pág 26
Resultados.....	pág 30
Discusión.....	pág 36
Conclusiones.....	pág 39
Referencias bibliográficas.....	pág 40

RESUMEN

Introducción: Los cementos en base a resina compuesta duales han sido cuestionados por algunos investigadores en cuanto a su capacidad de polimerizar en ausencia de luz, señalando que no lograrían una correcta polimerización si no son fotoactivados. Esto influiría directamente en las propiedades físicas y mecánicas y en su capacidad de sellado marginal, con el consiguiente fracaso clínico.

Es por ello que este trabajo de investigación evaluó si hay diferencias de microfiltración entre muestras del cemento RelyX ARC^{MR} fotoactivadas y muestras del mismo cemento sin fotoactivar.

Material y Métodos: En 32 molares extraídos sin caries se realizaron cavidades expulsivas, una en vestibular y otra en palatino/lingual, en las cuales se confeccionaron incrustaciones de resina compuesta, cementándose como sigue:

Se acondicionaron las preparaciones con la técnica adhesiva de hibridación. Luego se aplicó el cemento RelyX ARC^{MR} en las preparaciones y se asentaron las restauraciones en cada preparación. En el caso de las vestibulares, luego de remover excesos se fotopolimerizó por 40 seg. con una lámpara halógena. En cambio en las cavidades palatino/linguales no se fotoactivó el cemento.

Las muestras fueron sometidas al proceso de termociclado manual de 100 ciclos y se seccionaron por el centro de cada restauración, visualizándose a través de un microscopio óptico con una grilla graduada permitiendo medir el grado de penetración del colorante, para obtener su porcentaje de penetración.

Resultados: La media del porcentaje de infiltración de las muestras fotoactivadas fue de 23.59, menor que la de las muestras no fotoactivadas la cual resultó ser 27.41. Al aplicar el test T Student se determinó que hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

Conclusiones: Se observó que ningún método de activación logró eliminar por completo la microfiltración.

El cemento RelyX ARC^{MR} activado de manera dual obtuvo menor porcentaje de microfiltración que al ser activado sólo químicamente, con diferencias estadísticamente significativas; rechazándose la hipótesis planteada con un valor de significancia de 0,032.

INTRODUCCIÓN

El deber de la odontología restauradora hacia el paciente es la reconstrucción de los dientes debilitados afectados por caries, traumatismos o malformaciones, con el objetivo de recuperar y mantener la forma, la función y la estética.[1, 2]

A pesar que la armonía y la anatomía lograda con una restauración indican el éxito de esta, no es posible determinarlo con estas características por sí solas. También debe establecerse entre la pared de la preparación y el material de restauración una relación que no permita la penetración de sustancias y fluidos provenientes del medio bucal. Esta situación se denomina filtración marginal y para que no se produzca debe lograrse el sellado marginal.[3, 4]

Cuando un diente ha sufrido pérdida de sustancia es necesario restaurarlo con algún material artificial debido a que hoy en día no se es posible generar nuevos tejidos dentarios naturales. [1, 3]

En este sentido hay dos caminos a seguir. El primero es colocar una restauración directamente en la preparación biológica en una misma sesión clínica, o restauración directa; y el segundo es confeccionar una restauración fuera de la boca del paciente, o restauración indirecta. [3]

Las restauraciones indirectas pueden ser de aleaciones metálicas, de porcelana o de resinas compuestas (composites). Cualquiera sea el material de restauración, es necesario recurrir a técnicas de laboratorio y posteriormente emplear un agente cementante o cemento que sirva para “pegar” o adherir la restauración al diente del paciente. [3]

Es así que la adhesión se define como toda fuerza que permite mantener dos superficies en contacto, o la fuerza que se opone a la separación de dos cuerpos manteniéndolos unidos cuando están en íntimo contacto [5], que es lo que se quiere lograr con el cemento dental.

Una de las principales funciones de la cementación consiste en la retención de las restauraciones indirectas en dientes preparados con un óptimo sellado marginal. [1, 6]

Didácticamente la cementación se puede separar en:

- Cementación convencional.
- Cementación adhesiva.

Dentro de la cementación convencional están los cementos de fosfato de cinc, de vidrio ionómero, de óxido de cinc eugenol, entre otros.[7]

En cuanto a la cementación adhesiva se encuentran los cementos en base a resina compuesta.

Los cementos en base a resina compuesta son básicamente similares en su composición a los composites utilizados como material de restauración y endurecen al igual que estas por una reacción de polimerización [8]. Se aplican principalmente en la cementación de puentes adhesivos, brackets ortodóncicos, restauraciones indirectas y pernos endodónticos.[7]

Existen varias formas de iniciar la reacción de polimerización. Estas pueden ser mediante medios químicos dando como resultado los materiales de autocurado, o por medios físicos dando lugar a los materiales de fotocurado y termocurado. Cuando se utilizan los sistemas activadores por luz, estos pueden en algunos tipos de cementos, ser combinados con el sistema de activación química, generando los cementos de activación dual. [9]

En los cementos resinosos de autocurado lo que activa la reacción de polimerización es una reacción peróxido-amina. En cambio en los cementos de fotocurado hay un fotoiniciador, como la canforoquinona, que se activa en presencia de luz con una longitud de onda entre 400 a 500 nm.

Por tanto los de polimerización dual tienen una combinación de ambos sistemas de activación.[2, 10]

Estos cementos son insolubles a los fluidos bucales, pero con respecto a otras de sus propiedades hay mucha variación entre un producto y otro.[7]

Hay quienes dicen que en algunos cementos de curado dual siempre se debe realizar la fotoactivación para iniciar la polimerización y que por lo mismo ellos serían fotodependientes.[2] En virtud de ello los clasifican como cementos duales fotodependientes y no fotodependientes. Sin embargo, si nos remitimos a la química de las reacciones, esto no tendría sustento pues la luz no sería capaz de activar la reacción entre amina y peróxido del sistema autopolimerizado.

Dado lo anterior es que el presente trabajo intentará estudiar la microfiltración marginal de restauraciones cementadas con cemento de curado dual con y sin fotoactivación.

MARCO TEÓRICO

Dentro de la práctica clínica el odontólogo debe enfrentarse muchas veces a la resolución de cuadros en donde ha ocurrido pérdida de tejido dentario. Esta pérdida de tejido puede deberse a varias causas, entre ellas:

- Falta de formación por problemas embriológicos
- Tejidos dentarios deficientes como fallas en la calcificación
- Procesos no infecciosos como traumatismos, abrasiones o erosiones.
- Procesos infecciosos como lo es la caries dental.[3]

La caries dental junto con la enfermedad periodontal son las patologías orales de mayor prevalencia en nuestro país y de hecho ha sido necesario darle una nueva orientación a las políticas de salud bucal en Chile.[11]

La caries es una enfermedad multifactorial en la cual se acumulan cepas bacterianas específicas sobre la superficie de esmalte, donde elaboran productos ácidos y proteolíticos que desmineralizan la superficie y digieren la matriz orgánica. Si este proceso no se detiene, el diente puede destruirse completamente.[12]

Para restaurar piezas dentales que han sufrido pérdida de tejido hay dos maneras en cuanto a la técnica utilizada para realizar el trabajo, aun cuando en ambas se elimina el tejido dañado cuando lo hay.

En una de ellas se trabaja el material restaurador en forma plástica y se lleva a la boca del paciente para colocarlo en la zona a restaurar, se modela o talla y luego, por algún tipo de reacción, el material endurece. Cuando es este el caso se trata de una restauración **directa**.

En el otro sentido la forma definitiva se le da al material restaurador fuera de la boca del paciente y cuando ha endurecido se lo lleva a boca y se lo fija o adhiere al diente correspondiente. En este caso se habla de una restauración **indirecta**. [3]

En las restauraciones indirectas es necesario un agente de unión o cemento, el cual consiste en cualquier material utilizado para fijar o cementar una restauración indirecta al diente preparado para recibirla.

Un cemento debiera cumplir con características ideales como ser biocompatible, inhibir la formación de placa bacteriana y caries, ser resistente a la microfiltración, suficientemente resistente, tener baja solubilidad, no tener sorción de agua, ser adhesivo, tener estabilidad del color, ser radiopaco y fácil de manipular, entre otros.[13]

Existen diferentes enfoques para clasificar los materiales de cementación, entre los cuales se mencionan los siguientes[3, 14, 15]:

De acuerdo su tiempo de permanencia en boca

- Cementos temporales: Aquellos utilizados para mantener una restauración por un tiempo definido.
- Cementos permanentes: Aquellos utilizados para mantener una restauración a largo plazo.

De acuerdo a sus componentes

- Cemento de fosfato de zinc.
- Cemento de vidrio ionómero.
- Cemento de resina.

De acuerdo al tipo de reacción

- Cementos con reacción ácido-base: Como los cementos de vidrio ionómero.
- Cementos con reacción de polimerización: Como los cementos en base a resina compuesta.
- Cementos con ambos tipos de reacciones: Como los cemento de vidrio ionómero modificados con resina.

De acuerdo al mecanismo utilizado para fijar la restauración

- Cementos convencionales: En este caso el medio cementante utilizado se comporta únicamente como relleno del espacio microscópico entre la superficie dentaria y la de la restauración.

La retención obtenida es físico-mecánica por efecto geométrico, es decir que al endurecer se traba entre las irregularidades de ambas superficies.

Entre este tipo de cementos se encuentran los cementos de Fosfato de zinc, los Policarboxilatos y los Óxido de zinc-Eugenol entre otros.

- Cementos adhesivos: En este caso la sustancia cementante no sólo sella el espacio, sino que también retiene la prótesis gracias a que se integra a los sustratos, dando sellado y retención.

Entre los materiales utilizados en forma adhesiva se encuentran los cementos en base a resina compuesta.[3, 16]

Una resina compuesta es aquel material que resulta de la mezcla de varios componentes de naturaleza química distinta resultando un material con mejores propiedades que las de sus constituyentes individuales. Las resinas compuestas deben su nombre a que están constituidas por 3 fases: matriz, relleno y agente de unión.[17, 18]

Las resinas compuestas no aparecieron como tal desde un principio, ya que los primeros materiales poliméricos utilizados en odontología fueron las resinas acrílicas. Y aunque en un comienzo este material era estético, luego tuvo muchos problemas, entre los que se destacaba la gran contracción de polimerización. Es por esto que los fabricantes decidieron incorporar partículas inorgánicas al material.

Pero estas partículas inorgánicas no tenían unión al material orgánico, apareciendo así fallas al interior y cambios de color.

Debido a estos problemas es que en 1959 Bowen presentó un nuevo tipo de material a base de Bis-GMA (Bisfenol A glicidil metacrilato) y con partículas de carga o relleno silanizadas capaces de unirse químicamente al material. Esta fórmula tenía un mayor peso molecular y por ende mejores propiedades mecánicas y menor contracción de polimerización.[2, 17-19]

Fases de las resinas compuestas:

1- Matriz resinosa

- Monómeros. El monómero más utilizado en las resinas compuestas es el Bis-GMA y se puede encontrar asociado al UDMA (dimetacrilato de uretano). Los monómeros de Bis-GMA y de UDMA, debido a su alto peso molecular, son líquidos muy viscosos a temperatura ambiente, por lo que para facilitar su manipulación deben mezclarse con otros monómeros como el TEDGMA (dimetacrilato de trietilenglicol) y EDMA (dimetacrilato de etileno). Los monómeros al polimerizar establecen enlaces covalentes cruzados, lo que mejora las propiedades mecánicas.[2, 17, 18, 20]
- Inhibidores. Debe haber un inhibidor de la polimerización que garantice una mayor vida útil del material. El más utilizado es la hidroquinona que se combina con los radicales activos para encapsularlos e impedir su polimerización durante períodos largos de almacenamiento de la resina.[2, 18]
- Iniciadores. Los activadores químicos más utilizados corresponden a un peróxido inestable y a una amina terciaria, la cual al activarse segmenta al peróxido e inicia el proceso de autopolimerización. En las resinas compuestas fotoactivadas la luz visible de longitud de onda entre 400-500nm activa a un iniciador, como la canforoquinona, que es acelerado por una amina terciaria y se inicia el proceso de fotopolimerización.

Las formulaciones de curado dual contienen componentes tanto de activación química como por luz.[2, 18, 20]

2- Fase dispersa o relleno

El relleno es a base de elementos inorgánicos. Se han usado el cuarzo, sílice coloidal, cristales de silicio con bario y estroncio y silicato de aluminio entre otros.

En general la disminución de la contracción de polimerización y las propiedades mecánicas como el aumento de la resistencia al desgaste mejoran en directa relación con la cantidad de relleno adicionado.[2, 17, 18, 21, 22]

Se pueden clasificar de diferentes maneras, y una de las más utilizadas es aquella que las diferencia según el tamaño de partícula inorgánica de relleno:

- Macroparticuladas: Tienen partículas con tamaño entre 15 y 100 μm . Son los llamados composites convencionales que son muy resistentes, pero difíciles de pulir.
- Microparticuladas: Aparecieron para permitir un mejor pulido del composite. Tienen partículas de tamaño promedio de 0,04 μm . El uso de partículas prepolimerizadas permitió incrementar el contenido de relleno. Tienen un bajo módulo elástico y menor resistencia a la fractura que los materiales con altas concentraciones de relleno. Son los llamados composites de micro relleno.
- Híbridas: Compuestas por macro y micro partículas con tamaño medio entre 1 y 5 μm . La combinación de varios tamaños de partícula mejora las propiedades físicas así como mantiene un pulido aceptable. Son los llamados composite híbridos. Existen los híbridos tradicionales, los microhíbridos y los nanohíbridos.

Microhíbridas y nanohíbridas: Son una combinación entre micropartículas (0,04 μm) y partículas de tamaño máximo 2 μm , cuyo tamaño medio está entre 0,6 y 0,8 μm .

- Nanoparticuladas: El campo de las resinas compuestas con nanorelleno se define nanométricamente. Estas resinas contienen partículas de carga con un tamaño promedio entre 20 y 75 nm.

La cantidad de relleno en estas resinas es bajo, pero puede incrementarse incorporando partículas de resina pre-polimerizadas.[2, 17, 20]

3- Agente de acoplamiento

Es necesario que las partículas de relleno estén unidas establemente a la matriz resinosa. Esta unión se obtiene gracias al silano, molécula bifuncional capaz de unirse químicamente a través de enlaces covalentes por un lado al relleno y por el otro a la matriz orgánica.[2, 18, 22]

Modos de polimerización de las resinas compuestas.

La reacción de polimerización es un proceso químico a través del cual se unen monómeros entre sí por medio de enlaces covalentes formando un polímero de cadenas cruzadas; la cantidad de monómero convertido en polímero se denomina grado de conversión.[2]

Este proceso de endurecimiento da como resultado una red de polímero rígido y fuertemente reticulado que rodea las partículas de relleno.[17, 18, 22] El grado de conversión logrado con esta reacción es muy importante ya que determina muchas de las propiedades físicas y mecánicas de la restauración de composite.[23]

La polimerización posee 4 etapas [3]:

- **Activación**

Acá se descompone el agente iniciador (por lo general peróxidos) ya sea por activación física, como es el caso del fotocurado y del termocurado, o por una activación química, en el caso del autocurado.

- **Iniciación**

Moléculas de monómero contactan con radicales libres provenientes de la activación del agente iniciador. Esto provoca el desdoblamiento del doble enlace de algunos monómeros, lo que inicia la reacción de polimerización.

Esta etapa comienza cuando quien trabaja el material decide activarlo por calor, radiación o con el uso de un activador químico.

- **Propagación**

Las moléculas de monómero “activadas” que han quedado con valencias libres son capaces de desdoblar otros dobles enlaces actuando ellos mismos como iniciadores. Este proceso continúa sucesivamente, por lo que la propagación se hace sola.

- **Terminación**

- Terminación por acoplamiento directo de cadenas: 2 moléculas próximas intercambian sus valencias libres y quedan así saturadas y sin posibilidad de seguir creciendo.
- Terminación por transferencia de hidrógeno: se pasa un átomo de hidrógeno de una molécula a otra. Una de las cadenas queda saturada e imposibilitada de seguir polimerizando. La otra permanece con el doble enlace y puede en algún momento reanudar el proceso si se le otorga la energía necesaria.

El proceso de polimerización de las resinas compuestas puede ser activado de diferentes maneras:

- Resinas compuestas químicamente activadas

Estas son resinas compuestas en la presentación de una pasta base y una catalizadora, el material sólo polimeriza tras la mezcla de ambas pastas. Los activadores químicos normalmente utilizados son las aminas terciarias que actúan sobre el iniciador, correspondiente a un peróxido de benzoílo, el que al ser energizado genera radicales libres que actúan sobre los monómeros para abrir sus dobles enlaces iniciando así el proceso de autopolimerización.[2, 18]

Un inconveniente de este tipo de composites es que el tiempo de trabajo está limitado por la cinética de la reacción química que se inicia al comenzar la mezcla de ambas pastas. Además, si la mezcla no logra una distribución homogénea del iniciador y el activador, pueden quedar zonas con una polimerización incompleta con lo que se pierden las características deseables del material.

Otra desventaja de este tipo de activación es que en la manipulación para la mezcla de ambas pastas inevitablemente hay una incorporación de aire, esto compromete las propiedades mecánicas y la estética del material.

- Resinas compuestas físicamente activadas (por temperatura o por luz)

La mayoría de los composites dentales actuales fotopolimerizan usando luz visible del rango de 450 a 475 nm. En las fuentes de luz se incluyen lámparas halógenas, laser, arco de plasma y luz emitida por diodos (LED) y la mínima energía requerida para una polimerización adecuada son 300 mW/cm². [17]

En este sistema la luz activa al iniciador que corresponde a una alfa-dicetona, la canforoquinona, que acelerada por una amina terciaria inicia la reacción de polimerización.

En este tipo de activación no se generan cambios de color significativos en el composite ya polimerizado y su estabilidad en el almacenamiento es mayor que en los composites químicamente activados. [2, 3, 20]

- Resinas compuestas de activación dual

Resinas compuestas con elementos de ambos tipos de activación de la polimerización, es decir, auto y fotopolimerización.

Las resinas compuestas ya no se utilizan sólo como un material de restauración directa, sino que además en la técnica indirecta como material para la fijación de restauraciones, como cementos en base a resina compuesta.

Dentro de los agentes cementantes en base a resina compuesta, la polimerización de tipo dual es la más común, ya que este sistema permite disponer de un tiempo de trabajo razonablemente prolongado, remover excesos antes que la reacción de polimerización finalice y completar su endurecimiento aun cuando no les llegue radiación por luz como sucede al cementar restauraciones metálicas o de gran espesor.[3]

Cementos en base a resina compuesta

Los cementos en base a resina son básicamente similares en su composición a las resinas compuestas como material de restauración y también endurecen por una reacción de polimerización [8]. Se diferencian de estas en que su tamaño de partículas es menor, cerca del micrón, tienen menor viscosidad gracias a un porcentaje de relleno cercano al 60% en peso en comparación con las resinas compuestas convencionales que tienen entre 75-80% logrando un grosor de película fino, además poseen grupos funcionales hidrofílicos para promover la adhesión a dentina, como el HEMA y el 4-META.[24]

Se utilizan principalmente en la cementación de puentes adhesivos, brackets ortodóncicos, restauraciones indirectas y pernos endodónticos.[7]

Se pueden clasificar también según el método de activación en:

- Cementos en base a Resina Compuesta de fotoactivación.
Son fotodependientes y sus principales ventajas son la estabilidad de color y la elección del inicio del endurecimiento, permitiendo así un gran tiempo de trabajo. Se utilizan para cementar restauraciones estéticas de poco grosor y opacidad, como las carillas estéticas.

Ejemplo: RelyX™ Veneer Cement (3M ESPE), Variolink Veneer (Ivoclar) PermaFlo (Ultradent)

- Cementos en base a Resina Compuesta de autocurado.
Presentan iniciadores y activadores químicos en su composición para desencadenar la reacción de polimerización. Se utilizan en la cementación de pernos o incrustaciones metálicas dado que en estas circunstancias no es posible la llegada de la luz. Poseen un corto tiempo de trabajo, son sensibles a la técnica del operador y no tienen una buena estabilidad del color.

Ejemplo: Panavia 21 (Kuraray), Para Post Cement (Coltène), Multilink (Vivadent)

- Cementos en base a Resina Compuesta de activación dual.
Estos aparecieron con la intención de superar las deficiencias de los sistemas anteriores e integrar las características favorables de ambos[23]. Si no ocurre la fotoactivación, teóricamente el material es capaz de activarse químicamente al mezclar sus dos pastas. Como poseen el sistema de amina y peróxido, su estabilidad de color puede no ser óptima en el tiempo, por lo que no se aconseja usar en carillas.

Ejemplo: RelyX ARC (3M ESPE), Calibra (Dentsply), Variolink II (Ivoclar), Duo cement plus (Coltène)

Ciertos autores señalan que el componente de curado químico por sí solo logra un menor grado de conversión que la activación dual en algunos cementos de resina compuesta de curado dual.[23, 25-27]

Es sabido que el grado de conversión está directamente relacionado con las propiedades mecánicas del material, lo que va a influir en el éxito a largo plazo de una restauración.

Además, otro de los factores que determina el éxito a largo plazo de una restauración es la presencia o ausencia de brecha en la interfase diente restauración. Las brechas localizadas a este nivel pueden causar microfiltración marginal, lo que conduce a sensibilidad pulpar y caries secundaria.[28]

La microfiltración se define como el paso de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la pared de una cavidad y el material de restauración ubicado en ella.[29]

En las restauraciones de resina compuesta esta microfiltración se debe en parte a la contracción de polimerización; en cuanto a las restauraciones indirectas cementadas con cementos en base a resina esta contracción se reduce al espacio de cementación [30] y es en esta zona donde, producto de una brecha, se produce la exposición del agente cementante a los fluidos orales con la consiguiente pérdida de cemento, dando paso a la microfiltración.[31]

Dentro de las situaciones en las cuales la microfiltración presenta un problema clínico se encuentran[4, 7]:

- Estética

Una restauración es considerada fallida y necesario su reemplazo al presentar tinción amarillo oscuro a café en su periferia. Esta coloración es causada principalmente por depósitos de comida y por crecimiento de placa bacteriana, lo que puede provocar gingivitis o caries. De acuerdo a la ubicación del margen de la restauración teñido, es posible que pueda no ser pulido y por tanto necesario su reemplazo.

- Sensibilidad

Líquidos de bajo peso molecular penetran por capilaridad a través de fisuras provocando irritación osmótica. Esta condición puede ser reversible, pero también puede persistir y desarrollar una pulpitis que posteriormente conduzca a la pérdida de vitalidad pulpar. Por esto que el reemplazo de restauraciones defectuosas en dientes sensibles no debiera postergarse.

- Percolación

La deformación rítmica de las restauraciones puede causar separación de la restauración desde la cavidad.

Esta contracción y expansión producto de los cambios de temperatura bombea saliva y bacterias a través de brechas, lo que es responsable de la sensación dolorosa luego de consumir sustancias dulces, acidas o saladas.

- Caries secundaria

La caries secundaria es una caries que se origina alrededor de una restauración como consecuencia de una alteración de la integridad de esta, lo que predispone al diente a la acumulación de bacterias y alimento.[12]

La caries secundaria de una restauración de resina compuesta defectuosa se considera el resultado final de la filtración marginal. Se considera más peligrosa que una caries abierta debido a que esta última no solo se reconoce más temprano, sino que también está expuesta a recibir la acción limpiadora y neutralizadora de la saliva.

Estudios a largo plazo han señalado que entre un 20 a un 30% de las fallas de restauraciones indirectas se deben a caries secundaria seguida por el desalajo de las restauraciones.[32-35]

Este tipo de caries puede deberse a varios factores, dentro de los cuales se encuentran la mala higiene oral del paciente, una dieta poco favorable, pérdida de retención de las restauraciones y microfiltración en los márgenes de estas.[36]

La detección in vitro de microfiltración se ha estudiado por años con diversas técnicas como el uso de tintes e isotopos radioactivos, presión de aire, bacterias, microscopia electrónica de barrido y ciclos térmicos combinados con otras técnicas. De estos el más común y económico es el termociclado, correspondiente a ciclos térmicos combinado con el uso de tintes para evaluar la eficacia del sellado marginal.[29, 37, 38]

El termociclado consiste en someter a las restauraciones a temperaturas extremas compatibles con la cavidad bucal. Esta simulación permite luego observar al microscopio si hubo o no penetración del tinte en la interfase diente-restauración.[39]

Esta prueba tiene algunas limitaciones como la subjetividad de su lectura; sin embargo, debido a la constante aparición de nuevos materiales y considerando que las evaluaciones clínicas toman tiempo y son costosas, es que los métodos in vitro de microfiltración son una herramienta importante en la evaluación del rendimiento de materiales relacionados con la capacidad de sellado.[31]

Considerando que la presencia de microfiltración puede determinar el fracaso de una restauración y en virtud del cuestionamiento existente sobre la capacidad de algunos cementos de resina duales de polimerizar sólo gracias a su componente químico, es que el presente trabajo buscó comparar el grado de microfiltración obtenido en restauraciones cementadas con un cemento de resina activado de manera dual y activado sólo químicamente, de manera de determinar si existen o no diferencias.

HIPÓTESIS

No existen diferencias en la microfiltración marginal de restauraciones cementadas con un cemento en base a resina compuesta de curado dual con y sin fotoactivar.

OBJETIVO GENERAL

Determinar si existen diferencias en cuanto a la microfiltración marginal de restauraciones cementadas con un cemento en base a resina compuesta de curado dual con y sin fotoactivar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la microfiltración marginal de restauraciones cementadas con cemento en base a resina compuesta de curado dual fotoactivado por 40 segundos.
- Determinar la microfiltración marginal de restauraciones cementadas con cemento en base a resina compuesta de curado dual sin fotoactivar.
- Analizar comparativamente los valores de microfiltración obtenidos entre ambos grupos de estudio.

MATERIAL Y MÉTODO

El trabajo experimental se llevó a cabo en el laboratorio de Biomateriales Dentales en la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Se recolectaron 32 molares recientemente extraídos sin caries. Se conservaron inmediatamente después de su extracción en frascos de vidrio con una solución de suero fisiológico con formalina al 0,2% por 2 semanas. Luego se mantuvieron en suero fisiológico hasta utilizarse en la etapa experimental.

Todos los molares se limpiaron con una escobilla con piedra pómez y agua y se eliminaron los restos de tejido periodontal mediante curetas.

En cada uno de estos molares se realizaron dos cavidades expulsivas, una en vestibular y otra en palatino/lingual, estandarizadas en 4 mm de ancho, 3 mm de alto y 3 mm de profundidad, quedando la pared pulpar siempre en dentina y la pared cervical 1 mm sobre el límite corono radicular, siempre en esmalte.

En cada una de las preparaciones se confeccionaron incrustaciones de resina compuesta. Ver Foto n°1.

Foto n°1 Cavity expulsiva y su correspondiente incrustación de Resina Compuesta



Estas incrustaciones se retiraron, limpiaron y cementaron según el siguiente protocolo[40]:

Se grabaron las cavidades vestibulares con ácido ortofosfórico al 37% por 20 seg en esmalte y 10 seg en dentina, luego se lavaron bajo un chorro de agua y se secaron dejando la dentina húmeda. Se aplicó adhesivo a esmalte y dentina frotando durante 20 seg y se aplicó aire por 5 seg. Luego se aplicó una segunda capa de adhesivo, la cual se adelgazó y fotopolimerizó por 20 seg.

Se mezcló el cemento RelyX ARC^{MR} por 10 seg. y se aplicó una fina capa a las preparaciones.

Se asentaron las restauraciones en cada una de las preparaciones vestibulares y se removió excesos de cemento a los 3 min.

Se fotopolimerizó por 40 seg. con una lámpara Elipar 3M ESPE.

Luego se realizó el mismo procedimiento en las cavidades palatino/linguales hasta el paso de remoción de excesos. En estas restauraciones no se aplicó la fotoactivación y se dejó polimerizar el cemento solamente por su reacción autocatalizada, para lo cual, al terminar la cementación de cada restauración palatino/lingual se depositó el molar correspondiente en una caja oscura herméticamente cerrada hasta el momento de su testeo. Ver Fotos n°2 y 3.

Foto n°2 Incrustación lingual cementada



Foto n°3 Ambas incrustaciones cementadas



Luego de realizadas las restauraciones se cubrieron las raíces con una capa de cianocrilato, otra capa de esmalte de uñas transparente por toda la superficie y para terminar con una capa de acrílico de autocurado evadiendo el margen de las restauraciones; esto para evitar la filtración por cualquier otra vía. Ver Foto n°4.

Foto n°4 Cobertura de la muestra con cianocrilato, esmalte de uñas y acrílico rosado



Posteriormente se depositaron las muestras en un trozo de malla fina y fueron sometidas al proceso de termociclado manual que consistió en ciclos como sigue: Se sumergieron en una solución de azul de metileno al 1% a 6°C por 30 segundos.

Después se sumergieron en agua a temperatura ambiente por 15 segundos.

Luego se traspasaron a una solución de azul de metileno al 1% a 65°C.

Y se terminó cada ciclo sumergiéndolos nuevamente en agua a temperatura ambiente.

Esto se llevó a cabo hasta completar 100 ciclos.

Luego de terminado el termociclado manual las muestras fueron seccionadas mediante un corte transversal con disco carborundum con refrigeración, pasando por el centro de las restauraciones. Ver Foto n°5.

Foto n°5 Sección transversal de una muestra que será observada al microscopio



Estos cortes se visualizaron a través de un microscopio óptico con una grilla graduada, lo que permitió medir el grado de penetración del colorante y de esa manera obtener su porcentaje de penetración.

El porcentaje de penetración se calculó de la siguiente manera:

$$\% \text{ penetración} = \frac{100 \times \text{Penetración del tinte en mm.}}{\text{Profundidad promedio de la restauración en mm.}}$$

Los resultados obtenidos fueron tabulados y analizados estadísticamente para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en estudio.

RESULTADOS

En la Tabla n°1 se muestran los porcentajes de microfiltración del colorante para el cemento RelyX ARC realizados en 32 muestras con dos tipos de activación cada una, dual y sólo química.

Tabla n°1 Valores de microfiltración, en porcentaje, obtenidos de las muestras analizadas

Número de muestra	% de infiltración Con fotoactivación	% de infiltración Sin fotoactivación
1	29%	30%
2	20%	30%
3	21%	29%
4	20%	16%
5	19%	25%
6	20%	20%
7	21%	25%
8	29%	25%
9	18%	31%
10	13%	25%
11	43%	13%
12	28%	22%
13	19%	17%
14	23%	28%
15	23%	30%
16	20%	18%
17	22%	39%
18	17%	30%
19	25%	31%
20	33%	33%
21	16%	38%
22	20%	25%
23	9%	23%
24	33%	25%
25	27%	35%
26	30%	34%
27	24%	26%
28	15%	29%
29	20%	20%
30	33%	30%
31	30%	37%
32	35%	38%

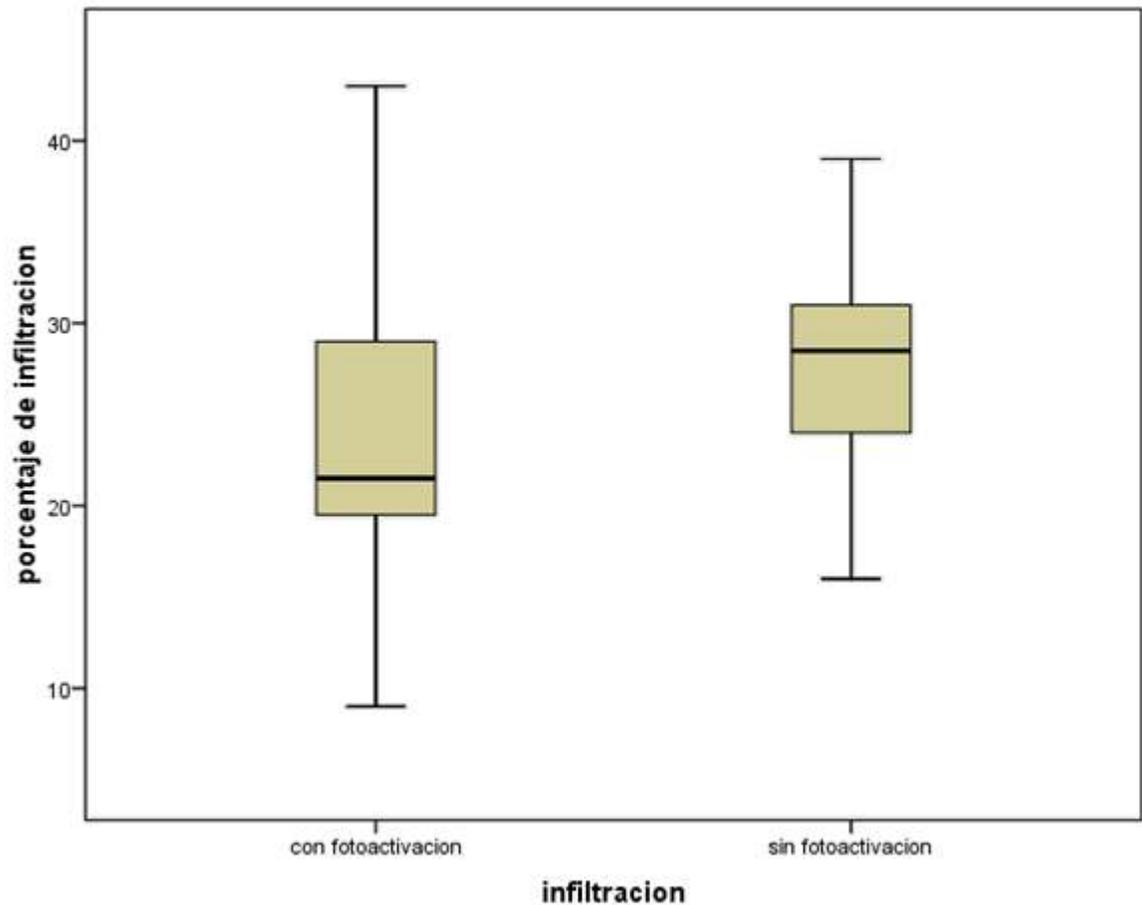
Análisis de resultados

Los resultados obtenidos fueron tabulados y analizados estadísticamente a través del programa Statistical Product and Service Solutions (SPSS).

Se obtuvieron medidas estadísticas descriptivas de tendencia central para los dos grupos en estudio, tales como: la Media aritmética de los porcentajes de infiltración de ambos grupos, correspondiente a la suma de todas las puntuaciones dividida por el número de puntuaciones, la Mediana que se define como el valor por debajo del cual se encuentra el 50% de los casos; y medidas estadísticas de dispersión, como: la Desviación típica (estándar) que mide el grado en que las puntuaciones de una variable se alejan de su media. Ver Tabla n°2.

Tabla n°2 Análisis descriptivo de los resultados obtenidos

Descriptivos					
	Infiltración		Estadístico	Error típ.	
Porcentaje de infiltración	Con fotoactivación	Media	23,59	1,275	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	20,99	
			Límite superior	26,20	
		Media recortada al 5%	23,41		
		Mediana	21,50		
		Varianza	52,055		
		Desv. típ.	7,215		
		Mínimo	9		
		Máximo	43		
		Rango	34		
		Amplitud intercuartil	10		
		Asimetría	0,542	0,414	
		Curtosis	0,435	0,809	
		Sin fotoactivación	Media	27,41	1,178
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	25,00	
			Límite superior	29,81	
	Media recortada al 5%		27,52		
	Mediana		28,50		
	Varianza		44,443		
	Desv. típ.		6,667		
	Mínimo		13		
	Máximo		39		
	Rango		26		
	Amplitud intercuartil	8			
Asimetría	-0,194	0,414			
Curtosis	-0,429	0,809			

Gráfico n°1 Diagrama de cajas y bigotes

En el Gráfico n°1 las cajas representan el 50% de las muestras, el área comprendida entre los dos bigotes es la zona donde se distribuye la mayoría de las observaciones, donde el bigote superior corresponde al valor máximo y el inferior al mínimo. La línea horizontal representa la mediana de ambas poblaciones.

Del gráfico n°1 se puede concluir que los valores se encuentran concentrados y hay diferencias en las medianas.

En el análisis inferencial, para realizar análisis paramétricos, deben cumplirse 3 supuestos:

1. La variable dependiente (% de microfiltración) debe tener distribución normal.

Por ser 32 muestras (<50) se utilizó el test Shapiro-Wilk para evaluar normalidad. El resultado de este test indica que no hay diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$), lo cual confirma distribución normal de ambas muestras. Ver Tabla n°3.

Tabla n°3 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje de infiltración	Con fotoactivación	0,964	32	0,350
	Sin fotoactivación	0,973	32	0,582

2. La variable dependiente debe ser intervalar o de razón.

La variable dependiente, porcentaje de microfiltración, es una variable cuantitativa que se clasifica como variable de razón.

3. Las varianzas de las muestras comparadas deben ser homogéneas.

Se realizó la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene, la que no encontró diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre las varianzas de ambos grupos. Por lo tanto se acepta la hipótesis de igualdad de varianzas. Ver Tabla n°4

Tabla n°4 Prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene

	F	Significancia
Porcentaje de microfiltración	0,148	0,701

Con estos tres supuestos cumplidos es posible aplicar el Test T Student con un nivel de confianza del 95%, para comparar las medias de ambos grupos. Ver Tabla n°5

Tabla n°5 Prueba T Student

								95% Intervalo de confianza para la diferencia	
Porcentaje de microfiltración	F	Sig.	t	gl	Sig. bilateral	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,148	0,701	-2,195	62	0,032	-3,813	1,737	-7,284	-0,341

Asumiendo varianzas iguales se concluye que con un $\alpha = 0,05$ y utilizando T Student en el programa SPSS, un $t = -2,195$ y el valor de significancia = $0,032$ ($p < 0.05$); se rechaza la hipótesis nula de la prueba T.

Por lo tanto existen diferencias estadísticamente significativas con respecto a la microfiltración del cemento en base a resina compuesta RelyX ARC^{MR} con fotoactivación y sin fotoactivación.

DISCUSIÓN

Lograr un sellado marginal óptimo es un factor clave para el éxito de la odontología restauradora[28]; debido a ello es que este trabajo quiso comparar la microfiltración de un mismo cemento de resina compuesta de acuerdo a dos modos de activación.

Para determinar la presencia de brecha marginal en las restauraciones estudiadas se evaluó la microfiltración marginal en estas mediante tinción con azul de metileno al 1%, comparando la activación dual del cemento y la activación solamente química. Se obtuvo como resultado una diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de microfiltración de restauraciones indirectas cementadas con el cemento en base a resina compuesta RelyX ARC^{MR} fotoactivado y sin fotoactivar. Por lo que el tipo de activación de este cemento sí tendría efecto en la microfiltración.

En lo que se refiere a la influencia del tipo de activación del cemento de resina compuesta dual sobre la integridad marginal, los resultados de este estudio no apoyan la hipótesis de que no existen diferencias en el grado de microfiltración si es que un cemento de resina dual es activado sólo químicamente o de manera dual.

Los resultados de infiltración según el modo de activación del cemento sugieren que el cemento RelyX ARC^{MR} que fue fotoactivado se infiltró menos que el que no se fotoactivó.

Lo anterior podría explicarse por la eficiencia de cada sistema de activación. De acuerdo al grado de conversión de monómero a polímero, el sistema más eficiente es aquel activado por calor, luego el sistema fotoactivado mientras que el sistema activado químicamente sería el que deja la mayor cantidad de monómero residual[7], lo que explicaría el comportamiento encontrado en este estudio.

Como se mencionó anteriormente para iniciar una reacción de polimerización es necesario que el sistema sea activado, para esto se requiere de aporte de energía, la cual puede ser entregada por una fuente lumínica o mediante reactantes químicos. Con respecto al modo químico, el sólo hecho de contactar la amina activadora con el peróxido iniciador generaría la energía necesaria para abrir los dobles enlaces de los monómeros, iniciando así la reacción de polimerización.[2, 3, 18] Sin embargo, existen algunos elementos que pueden inhibir o retardar este proceso, como por ejemplo que en el espatulado de las pastas base y catalizadora se incorporen burbujas de aire que contienen oxígeno, el cual reacciona rápidamente con los radicales libres inhibiendo la reacción y disminuyendo así su grado de polimerización.[7]

Un estudio reciente también indica que el curado químico del cemento RelyX ARC^{MR} es 320 veces más lento que el curado por luz.[41] Además, hay que considerar que en el catálogo del producto no se especifica la cantidad de componentes del sistema autocatalizado, el que podría ser menor en este cemento en comparación con otros cementos de resina dual.[24]

Braga comenta que una inadecuada polimerización de un cemento de resina dual está asociada a problemas como sensibilidad post operatoria, microfiltración y posteriormente caries secundaria.[23] En este sentido, el cemento testeado en este estudio estaría alcanzando un menor grado de conversión al no ser fotoactivado, esto se explica porque en un cemento de resina la activación dual obtiene una mayor conversión de monómero a polímero en comparación con la activación química sola.[42, 43]

Varios autores ya han señalado que el componente químico por sí solo de algunos cementos en base a resina compuesta duales es menos efectivo que el curado dual, indicando incluso que serían dependientes de la luz para iniciar la reacción de polimerización.[23, 25, 42-44] Esta proposición, a pesar que no está sustentada en los conocimientos que se tienen de la química de la reacción de polimerización, estaría en concordancia con este trabajo de investigación;

el cual también coincide con lo manifestado en una revisión bibliográfica sobre los cementos resinosos.[24]

Los resultados de este trabajo no concuerdan con estudios similares de Sjögren y de Uludag quienes compararon la integridad marginal de restauraciones cementadas con un cemento de resina de auto curado y uno de curado dual.

Esta diferencia puede deberse a que dichos estudios tienen diferencias metodológicas con este, ya que ellos no compararon un mismo cemento sino que dos distintos, uno de autocurado y otro de curado dual.[45, 46]

Cabe mencionar también que hay autores que indican que la activación por luz en algunos cementos de resina duales interferiría con el mecanismo de autocurado, con lo que no se alcanzarían al máximo las propiedades mecánicas en ellos. Para evitar esta interacción negativa entre el componente de curado físico y el químico, sugieren dejar actuar un máximo de tiempo (de unos 10 minutos) la reacción autocatalizada antes de aplicar la luz.[47] Esta interacción nos sugiere que la cinética de la polimerización de los cementos de resina duales es más compleja de lo que se pensaba.[41] Por lo tanto, para tener una real y completa evaluación de un material dental, como lo son los cemento dentales en base a resina compuesta, es recomendable llevar a cabo estudios clínicos a largo plazo que además evalúen más de una marca comercial de cemento.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones experimentales del presente trabajo y de acuerdo a los resultados obtenidos en el mismo, se puede señalar que:

- Al analizar los resultados se observa que ninguno de los dos métodos de activación logró eliminar por completo la microfiltración.
- El cemento RelyX ARC^{MR} activado en forma dual obtuvo menor porcentaje de microfiltración que al ser activado sólo químicamente, con diferencias estadísticamente significativas.
- Se rechaza la hipótesis planteada: “No existen diferencias en la microfiltración marginal de restauraciones cementadas con un cemento en base a resina compuesta de curado dual con y sin fotoactivar” con un valor de significancia de 0,032.

REFERENCIAS

1. Barrancos Mooney, B. (2006) *Operatoria Dental. Integración clínica*. 4 ed: E.M. Panamericana.
2. Nocchi, C. (2007) *Odontología Restauradora. Salud y estética*. 2 ed: E.M. Panamericana. 560.
3. Macchi (2000) *Materiales dentales*. 3 ed: E.M. Panamericana.
4. Pradelle-Plasse (2001) *Effect of dentin adhesive on the enamel-dentin/composite interfacial microleakage*. Am. J. Dent, **14**(6): p. 344-49.
5. Astorga, et al. (2004) *Texto de Biomateriales Odontológicos*. 1 ed. Vol. 1.
6. Craig, O.B., Powers (1996) *Materiales Dentales*. 6 ed, ed. H. Brace. Vol. 7.
7. Anusavice (1998) *Ciencias de los materiales dentales*. 10 ed. Vol. 24 y 25: M.-H. Interamericana.
8. O'Brien, W. (2010) *Dental Materials and Their Selection*. 2 ed, ed. I. Quintessence Publishing Co.
9. Maravankin (2003) *Adhesión en Odontología Restauradora de ALODYB* ed. Henostroza.
10. Sánchez Soler L.A., E.G.A.F. (2004) *La fotopolimerización en 2002*. Av. Odontostomato, **20**(6): p. 289-295.
11. MINSAL (2006) *Perfil epidemiológico de salud bucal*. www.minsal.cl
12. Phillip, S. (2005) *Patología oral y maxilofacial contemporánea*. 2 ed: Elsevier.
13. Rosenstiel, S.F. (1998) *Dental luting agents: A review of the current literature*. J Prosthet Dent, **80**(3): p. 280-301.
14. TheAcademyofProsthodontics (2005) *The glossary of prosthodontic terms*. J Prosthet Dent, **94**(1): p. 21-38.
15. Hill, E.E. (2007) *Dental Cements for Definitive Luting: A Review and Practical Clinical Considerations*. Dent Clin N Am, **51**(3): p. 643-58.
16. Uribe Echeverría, J. (1990) *Operatoria Dental. Ciencia y Práctica*. 1 ed: Avances Médico-Dentales.
17. Puckett, A.D., et al. (2007) *Direct composite restorative materials*. Dent Clin North Am, **51**(3): p. 659-75, vii.

18. Toledano M., O.R. (2003) *Arte y Ciencia de los Materiales Odontológicos*. 1 ed: Avances Médico-Dentales.
19. Leinfelder, K.F. (1997) *New developments in resin restorative systems*. J Am Dent Assoc, **128**(5): p. 573-81.
20. Ferracane, J.L. (2011) *Resin composite-State of the art*. Dental Materials, **27**(1): p. 29-38.
21. Cordero, V. (2004) *Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de restauraciones en resina compuesta realizadas con técnica adhesiva con grabado ácido total v/s un sistema adhesivo autograbante*, in *Odontología Restauradora*. Universidad de Chile.
22. Ferracane, J.L. (1995) *Current Trends in Dental Composites*. Crit Rev Oral Biol Med, **6**(4): p. 302-318.
23. Braga, R. (2002) *Mechanical properties of resin cements with different activation modes*. Journal of Oral Rehabilitation, **29**(3): p. 257-62.
24. Santana, G. (2009) *Cemento resinoso ¿Todo cemento dual debe ser fotoactivado?* Acta Odontológica Venezolana, **47**(4): p. 1-9.
25. Hofmann, N. (2001) *Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength, modulus and surface*. Journal of Oral Rehabilitation, **28**(11): p. 1022-28.
26. El-Mowafy OM, R.M., el-Badrawy WA. (1999) *Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay*. Oper Dent, **24**(1): p. 38-44.
27. Rubens Nazareno Garcia a, b., Andre´ Figueiredo Reis c, Marcelo Giannini (2007) *Effect of activation mode of dual-cured resin cements and low-viscosity composite liners on bond strength to dentin*. journal of dentistry, **35**(7): p. 564 - 569.
28. Opdam NJM (1998) *Marginal integrity and postoperative sensitivity in Class 2 resin composite restorations in vivo*. J Dent, **26**(7): p. 555-62.
29. Kidd, E. (1976) *Microleakage: a review*. J Dent, **4**(5): p. 199-206.
30. Yilmaz (2004) *Retentive Force and Microleakage of Stainless Steel Crowns Cemented with Three Different Luting Agents*. Dental Materials Journal, **23**(4): p. 577-84.
31. Duquia, R. (2006) *Cervical Microleakage in MOD Restorations: In Vitro*

- Comparison of Indirect and Direct Composite*. Operative Dentistry, **31**(6): p. 682-87.
32. Holm C, T.P., Tillberg A, Molin M. (2003) *Longevity and quality of FPDs: a retrospective study of restorations 30, 20, and 10 years after insertion*. Int J Prosthodont, **16**(3): p. 283-9.
 33. Libby G, A.M., LaVelle WE, Hebl L, (1997) *Longevity of fixed partial dentures*. J Prosthet Dent, **78**(2): p. 127-31.
 34. De Backer H, V.M.G., DeMoor N, (2006) *A 20-year retrospective survival study of fixed partial dentures*. Int J prosthodont, **19**(2): p. 143-53.
 35. De Backer H, V.M.G., De Moor N, Van den Berghe L (2008) *An up to 20-year retrospective study of 4-unit fixed dental prostheses for the replacement of 2 missing adjacent teeth*. Int J Prosthodont, **21**(3): p. 259-66.
 36. Behr M, R.M., Loher H, Kolbeck C, Trempler C, Stemplinger B, Kopzon V, Handel G. (2008) *Changes of cement properties caused by mixing errors: the therapeutic range of different cement type*. Dental Materials, **24**(9): p. 1187-93.
 37. Natalie, P.S. (2007) *Microfiltración De Restauraciones Clase V De Resina Compuesta Colocadas con un adhesivo auto-acondicionante y un adhesivo de grabado total*. Odous Científica, **8**(2).
 38. Hilton (2002) *Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations. Part 2*. Am J Dent, **15**(4): p. 279-89.
 39. Helvatjoglu-Antoniades, M. (2004) *The effect of thermal cycling on the bovine dentine shear bond strength of current adhesive systems*. Journal of Oral Rehabilitation, **31**(9): p. 911-17.
 40. 3MESPE (2010) *Productos Dentales*. 3M ESPE. <http://solutions.3mchile.cl/>
 41. Pereira S., F.R., Nunesa T , Toledano M , Osorio R , Marin R (2010) *Effect of curing protocol on the polymerization of dual-cured resin cements*. Dental Materials, **26**: p. 710-18.
 42. Caughman, W., Chan, DC. y Rueggeberg, FA. (2001) *Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations*. Journal of Prosthetics Dentistry, **85**(5): p. 479-84.
 43. El-Badrawy WA, E.-M.O. (1995) *Chemical versus dual curing of resin inlay*

- cements*. J Prosthet Dent, **73**(6): p. 515-24.
44. Hasegawa EA, B.D., Chan DC., (1991) *Hardening of dual-cured cements under composite resin inlays*. J Prosthet Dent, **66**(2): p. 187-92.
 45. Uludag B, O.O., Ozturk AN., (2009) *Microleakage of ceramic inlays luted with different resin cements and dentin adhesives*. J Prosthet Dent, **102**(4): p. 235-41.
 46. Sjögren (1998) *A 5-year clinical evaluation of ceramic inlays (Cerec) cemented with a dual-cured or chemically cured resin composite luting agent*. Acta Odontol Scand, **56**(5): p. 263-7.
 47. Manso (2011) *Cements and Adhesives for All-Ceramic Restorations*. Dent Clin N Am, **55**: p. 311-32.