

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA  
ASIGNATURA DE BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS

“ESTUDIO COMPARATIVO *IN VITRO* DEL GRADO DE INFILTRACIÓN  
MARGINAL EN RESTAURACIONES INDIRECTAS DE RESINA COMPUESTA  
REALIZADAS CON Y SIN TÉCNICA DE GRABADO ÁCIDO PREVIO,  
CEMENTADAS CON CEMENTO DE RESINA AUTOADHESIVO SET®”

Consuelo Rocío Moya Castillo

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

TUTOR PRINCIPAL  
Dr. Manuel Ehrmantraut N.

TUTORES ASOCIADOS  
Dr. Ricardo Muñoz

Santiago – Chile  
2009



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA  
ASIGNATURA DE BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS

“ESTUDIO COMPARATIVO *INVITRO* DEL GRADO DE INFILTRACIÓN  
MARGINAL EN RESTAURACIONES INDIRECTAS DE RESINA COMPUESTA  
REALIZADAS CON Y SIN TÉCNICA DE GRABADO ÁCIDO PREVIO,  
CEMENTADAS CON CEMENTO DE RESINA AUTOADHESIVO SET®”

Consuelo Rocío Moya Castillo

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

TUTOR PRINCIPAL  
Dr. Manuel Ehrmantraut N.

TUTORES ASOCIADOS  
Dr. Ricardo Muñoz

Santiago – Chile  
2009

*Con mucho cariño para mi familia,  
por acompañarme en todo momento  
y enseñarme a tomar riesgos por más difíciles que sean.  
Gracias por todo el amor y apoyo entregado,  
y por darme la alegría de vivir cada día.  
Gracias a mi pololo, Luife,  
que me acompañó durante toda mi carrera,  
incondicionalmente,  
gracias por hacerme feliz.  
Gracias también a mis amigas,  
que estuvieron siempre cuando las necesité.  
Gracias a Dios.*

## **AGRADECIMIENTOS**

- Al Dr. Manuel Ehrmantraut, por su tiempo y dedicación, y al depto. de Biomateriales Odontológicos.
- Al Dr. Víctor Díaz por su apoyo en el análisis estadístico.
- A mi hermana, por la paciencia y cariño, y por siempre animarme a lo largo de toda la carrera.
- A mi pololo, por ayudarme en cada momento que lo necesité y por todo lo entregado, y a su familia.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	Pág. 1
MARCO TEÓRICO	Pág. 5
HIPÓTESIS	Pág. 49
OBJETIVOS	Pág. 50
MATERIAL Y MÉTODO	Pág. 51
RESULTADOS	Pág. 61
DISCUSIÓN	Pág. 66
CONCLUSIONES	Pág. 73
SUGERENCIAS	Pág. 74
RESUMEN	Pág. 75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Pág. 77

## INTRODUCCIÓN

Dentro de las patologías más prevalentes a las que se enfrenta el odontólogo general, destaca la caries dental como el principal problema. Considerando que afecta a un 98% de la población chilena, constituye por lo tanto, un problema de salud pública. (1,2)

Cuando el daño producido por la caries dental es reversible, existe la posibilidad de controlarlo, sin embargo si éste es irreversible, se debe realizar la remoción mecánica de los tejidos dañados, lo que inevitablemente dejará una cavitación en la pieza dentaria. Para restituir aquella cavitación hay que restaurarla, devolviendo función, morfología, estética y así reestablecer el equilibrio del ecosistema bucal. Para ello, es necesaria la utilización de los materiales dentales, tales como amalgama, resina compuesta o vidrio ionómero. Si el daño generado en la pieza dentaria es menor a  $1/3$  de la distancia intercuspídea, se debe recurrir a la restauración directa de la pieza. Si la pérdida de tejido es mayor a  $1/3$  de la distancia intercuspídea, habrá que utilizar restauraciones indirectas, las cuales son realizadas fuera de la cavidad bucal y cementadas en la pieza dentaria mediante un agente cementante. Estos

materiales han ido experimentando modificaciones a través del tiempo para obtener mejores propiedades y mejores resultados en el desempeño clínico. (1)

Para cementar las restauraciones indirectas, el agente cementante debe cumplir con ciertos requisitos, tales como, biocompatibilidad, resistencia mecánica, adhesión (tanto al diente como a la restauración) y fácil manipulación, entre otros. Entre los materiales que existen para dichos fines se encuentran los cementos convencionales, dentro de los cuales están el fosfato de zinc, el policarboxilato y el vidrio ionómero, los cuales poseen las características de ser de manejo simple y no requieren de pasos previos. Además de los cementos convencionales, existen los cementos adhesivos, en base a resinas compuestas, los cuales son de un manejo de mayor complejidad que los mencionados anteriormente, debido a los múltiples pasos que se deben realizar previo a la cementación de la restauración. Debido a estos múltiples pasos a realizar, la posibilidad de error es mayor con respecto a los cementos convencionales. (1)

Dentro de las desventajas de estos cementos de resina se pueden destacar la sensibilidad dentinaria (debido a la técnica de grabado ácido), difícil manipulación, costo elevado y microfiltración. (3,4,5)

Para disminuir estas desventajas mencionadas anteriormente y acortar el tiempo de trabajo, se crearon nuevos cementos de resina autoadhesivos, que disminuyen los pasos previos a la cementación, requieren únicamente la limpieza previa de la cavidad y la mezcla del material, según las indicaciones del fabricante. (6,7)

Dentro de estos cementos que eliminan los pasos previos a la cementación, podemos mencionar el cemento autograbante y autoadhesivo seT®, SDI (Australia). Según su fabricante, este cemento presenta una sensibilidad postoperatoria mínima o nula, ya que no requiere grabado ácido convencional. Su polimerización es dual, es decir, de foto y autocurado, y adicionalmente produce una alta liberación de flúor. Además es radioopaco y su fluidez facilita su colocación. Se obtiene un espesor de película de 25 micrómetros. (8) Sus indicaciones de uso son: incrustaciones directas, indirectas, coronas, puentes, postes y tornillos, cerámica, metal y composites de prótesis. (9)

Teniendo en consideración estos nuevos cementos, surge la interrogante de si éstos serán tan efectivos como el resto de los cementos de tipo cerámico y aquéllos en base a resina, en cuanto a la adhesión, solubilidad, resistencia a

la microfiltración, resistencia a la tracción, etc. Es por esto que el presente estudio pretende evaluar si existen diferencias significativas en el grado de infiltración marginal de restauraciones indirectas cementadas con cemento autoadhesivo seT® (SDI), siguiendo las instrucciones del fabricante (autograbante) y realizando la técnica de grabado ácido previo a la superficie.

## MARCO TEÓRICO

La caries corresponde a un cambio ecológico en el biofilm de la superficie dentaria, genera un desbalance mineral de los tejidos calcificados del diente. (10) Normalmente, el diente es objeto de una condición dinámica de desmineralización/ remineralización y la caries sobreviene cuando esta relación dinámica tiende hacia la desmineralización. (11)

La existencia de la caries ha permitido principalmente el desarrollo de lo que llamamos odontología restauradora, ya que debido a la destrucción de los tejidos dentarios, secuela del proceso carioso, es necesario devolver la morfología y, por ende, las funciones de las estructuras perdidas. (1)

Desde este punto de vista, la odontología restauradora tiene cinco objetivos:

- Devolver la forma anatómica.
- Devolver la armonía óptica.
- Devolver la función perdida.
- Lograr una integridad marginal.

- Devolver y mantener la salud del complejo pulpodentinario y de la estructura ósea peridentaria.
- Mantener el equilibrio del ecosistema bucal. (1)

Para restaurar las piezas dentarias tenemos a nuestra disposición materiales de los más variados tipos, como por ejemplo aquellos de origen orgánico (dentro de los cuales podemos mencionar los sintéticos, como los polímeros), otros que son metálicos (muy utilizados desde los inicios de la odontología), materiales cerámicos (de gran auge en nuestros días) y, por último, una combinación de todos éstos. (1,11,12)

La odontología restauradora directa e indirecta ha tratado de adquirir en los materiales restauradores estéticos técnicas que recuperen biomecánicamente los dientes que han perdido parte de sus estructuras debido a caries o traumas. (13,14)

Un principio aceptado en la odontología restauradora afirma que la transición entre el material restaurador y el tejido dentario debe ser continua para incrementar la probabilidad de supervivencia de la restauración. (6,11,15)

Es por esto que los aspectos más importantes a considerar en cualquier restauración, son el sellado marginal y el sellado de la interfase restauración/dentina. Se piensa que la pérdida de integridad del sellado o la baja adaptación marginal, a menudo manifestado como filtración, es una causa primaria de caries secundaria, sensibilidad postoperatoria y tinciones, lo que finalmente conduce a la falla clínica. Reducir o eliminar la filtración alrededor de la restauración es un importante objetivo en la práctica clínica. (16,17,18,19)

Al momento de restaurar, si la pérdida de tejido ha sido muy extensa, es necesaria la utilización de restauraciones indirectas, que son realizadas fuera de boca mediante proceso de laboratorio, y que deben ser unidas a la pieza dentaria mediante un cemento. Todas las restauraciones indirectas requieren un cemento para que el diente preparado las pueda retener. Este último puede tener una importante influencia en el rendimiento y biocompatibilidad de la restauración completa. (4,6,20,21)

Los cementos dentales son materiales que forman una masa plástica que se endurece. Tienen uso en una amplia gama de procesos odontológicos, por ejemplo, como materiales para base de restauraciones, para cementación y

restauración, tanto provisoria como permanente, y como apósitos quirúrgicos, combinado con algún producto medicamentoso específico. (18,22)

Una de sus funciones consiste en retener restauraciones o aplicaciones en una posición fija en la boca. El cemento dental, también conocido como agente cementante, actúa como barrera frente a la microfiltración sellando la interfase entre el diente y la restauración, junto con mantener ambas superficies unidas mecánica o químicamente, o una combinación de ambas. (8,18)

La función principal del cemento es permitir la retención de las restauraciones indirectas mediante el aumento del área de contacto entre ellas y las superficies dentarias, además de mejorar su sellado marginal. (6,23,24)

Los clínicos pueden ahora seleccionar entre un amplio espectro de cementos que incluyen materiales como el cemento de fosfato de zinc, de policarboxilato de zinc, de vidrio ionómero, de vidrio ionómero modificado por resina y cemento de resina compuesta. (4,25,26)

Desde el punto de vista de su composición y estructura, los cementos son materiales que se preparan a partir de la combinación de un polvo con un

líquido. La consistencia o viscosidad de la pasta resultante depende de la relación entre la cantidad de polvo y de líquido que se utilice. A mayor cantidad de polvo se obtendrá una pasta más viscosa o de mayor consistencia. (27)

El polvo está constituido por una base desde el punto de vista químico, concretamente se trata de un óxido básico o un hidróxido, es decir, un compuesto cerámico (contiene átomos metálicos y no metálicos). El líquido, por su parte, es un ácido o una solución acuosa de ácidos. (27,28)

Una vez realizada la mezcla entre el polvo y el líquido, el material se presenta como una masa plástica constituida por una fase sólida (el polvo) y una líquida (el ácido o solución ácida). Como es previsible, el óxido o hidróxido disuelto (polvo), al encontrarse con un ácido (líquido) reaccionará formando una sal. La concentración de sal aumentará constantemente produciéndose así la precipitación de compuestos sólidos. (27,28)

Cuando la cantidad de sal precipitada es suficientemente elevada, la pasta tiene aspecto de sólido; se dice, entonces, que el cemento ha endurecido o fraguado. En esa estructura fraguada pueden ser distinguidas microscópicamente dos partes o fases bien diferenciadas: los restos de polvo

que no han llegado a ser disueltos del todo y una matriz salina que lo rodea, resultante de la reacción entre el polvo y el líquido. (27,28)

En resumen, el fraguado de un cemento se produce por medio de un mecanismo que incluye tres etapas:

- 1) Disolución del polvo básico en un líquido ácido.
- 2) Reacción entre lo disuelto y el ácido con formación de sal.
- 3) Precipitación de la sal. (27,28)

El proceso de cementación será un factor muy importante del cual dependerá el éxito clínico de las restauraciones indirectas adheridas. La capacidad de unión de las restauraciones a los tejidos dentarios está condicionada fuertemente por las propiedades de los cementos dentales y por sus correspondientes sistemas de adhesión. (4,6,17,26)

El cemento “ideal” debiese tener las siguientes propiedades:

- Biocompatibilidad.
- Durabilidad de la adhesión.
- Buena resistencia tensional y compresiva.
- Suficiente resistencia a la fractura.

- Buena humectación de la superficie dentaria y de la restauración.
- Adecuada viscosidad y espesor de película.
- Resistencia a la desintegración en el medio oral.
- Adecuado tiempo de trabajo y endurecimiento.
- Similitud cromática con el diente. (8,18,29)

En la práctica, no existe el agente cementante “ideal” para todas las situaciones clínicas, se debiera utilizar el más acorde a cada situación. (29)

Existen distintos tipos de cementos, entre ellos podemos destacar los utilizados para la cementación permanente de restauraciones indirectas. Estos son: cemento de fosfato de zinc, de policarboxilato, de vidrio ionómero, de vidrio ionómero modificado con resina compuesta y cemento de resina compuesta. A continuación detallaremos ciertas características de cada uno de ellos. (4,25,29)

### **Cemento de Fosfato de Zinc**

#### Composición y usos

El polvo consiste en una mezcla de óxido de zinc, óxido de magnesio, dióxido de silicio y trióxido de bismuto. El líquido contiene ácido ortofosfórico,

agua y otros materiales menores. Es el producto de la reacción entre el catión zinc, del polvo, y el anión fosfato, del líquido. (18,30,31)

Se utiliza para cementación definitiva, como base de protección pulpodentinaria, obturación temporal y la cementación de bandas de ortodoncia. (30,31)

#### Ventajas y desventajas

El cemento de fosfato de zinc no se puede unir estructuralmente al diente, ya que la sal se forma independientemente de sus componentes. Por este motivo, el comportamiento mecánico de la pieza dentaria no se ve modificado por la presencia del cemento de fosfato de zinc, esto quiere decir, que las fuerzas no se pueden transmitir de una estructura a otra para reducir la tensión resultante. (27) El fraguado del cemento de fosfato de zinc no implica reacción alguna con los tejidos duros que lo rodean o con otros materiales de restauración, por lo tanto, la adhesión primaria de este cemento ocurre únicamente por retención mecánica entre la restauración y la pieza dentaria, y no por interacciones químicas. (31) Las propiedades retentivas de este cemento son atribuidas a su habilidad de penetrar en las irregularidades tanto de la

preparación dentaria, como el interior de la restauración. Dentro del área de cementación, el área más débil de unión es la interfase diente-cemento. (18)

Por más de un siglo, el cemento de fosfato de zinc ha sido ampliamente usado como agente cementante, a pesar de algunas de sus desventajas, tales como alta solubilidad clínica, falta de adhesión y un bajo pH, por lo que requiere de una adecuada protección pulpar adicional. Es de muy alta rigidez y radioopaco. (4) Este cemento ha sido asociado con sensibilidad postoperatoria y bajo sellado, sin embargo, se ha demostrado que es un efectivo inhibidor bacteriano, si al cemento se le agrega cobre (ácido cúprico). (4,18)

### **Cemento de Policarboxilato**

También llamado poliacrilato, constituye el primer material de este tipo que desarrolló alguna forma de unión química a la estructura dentaria.

#### Composición y usos

Es muy similar al cemento de fosfato de zinc, constituido por un polvo con la misma composición descrita para aquel cemento (óxido de zinc, de magnesio, dióxido de silicio y trióxido de bismuto), excepto que el líquido contiene una solución de ácidos polialquenoícos en vez de ácido ortofosfórico,

por lo que resulta un líquido mucho más viscoso. Sin embargo, la mezcla final tiene un espesor de película muy delgado. El líquido también posee desventajas, tales como que requiere un menor tiempo de mezcla y es más difícil de mezclar. (18,31) El cemento endurecido consiste en una matriz de gel amorfa en la que están dispersas las partículas sin reaccionar. La microestructura se asemeja a la del cemento de fosfato de zinc, partículas de óxido de zinc sin reaccionar rodeadas por una matriz cohesiva amorfa. (31)

Se utiliza para cementación permanente de restauraciones indirectas, como material de protección pulpodentinaria y para cementar brackets de ortodoncia. (32)

### Ventajas y desventajas

Debido a las características del líquido (polianiónico), el cemento queda unido (adherido) químicamente al diente, por lo que se puede llegar a formar una única estructura desde el punto de vista mecánico y permite, además, lograr el sellado marginal en la restauración, ya que no existe una brecha entre ella y el diente. En el área de cementación, la zona de mayor debilidad es la interfase cemento-restauración. (18)

Su unión química al diente es, obviamente, de interés clínico, pero el problema es que está basada en un material con solubilidad relativamente elevada por el tipo de catión presente en la matriz y con propiedades mecánicas (módulo elástico, resistencia a la compresión) menores que el cemento de fosfato de zinc. No obstante, constituyó la base para el desarrollo de otros materiales con formación de sales de aluminio, más estables y de propiedades superiores al cemento de policarboxilato. A pesar de su pH ácido en el inicio (1.7), produce baja irritación pulpar, ya que el líquido se neutraliza de manera rápida por el polvo y, por lo tanto, el pH de la mezcla se eleva de manera rápida. (27)

### **Cemento de Vidrio Ionómero**

#### Composición y usos

El polvo es similar a un material de restauración muy utilizado en el pasado (silicato) y se encuentra compuesto de vidrio de aluminio silicato con alto contenido de flúor. El líquido está formado por ácidos orgánicos copolímeros, similares a los empleados en los cementos de policarboxilato, y ácidos policarboxílicos (ácido poliacrílico, maléico, itacónico, tartárico). (18,27)  
Este material endurece mediante una reacción ácido-base. (28)

Para evitar problemas debido a su composición y al comportamiento del líquido, algunos fabricantes desecan los ácidos del líquido y los incorporan al polvo. Éstos, al ser mezclados con agua destilada se reconstituyen y desencadenan la reacción. (33)

Sus usos comprenden la cementación definitiva, restauración permanente y base de protección cavitaria. (31,34)

#### Ventajas y desventajas

La solubilidad que presenta este cemento en agua durante las primeras 24 horas es alta, por lo que es importante que se proteja contra cualquier contaminación con humedad durante este periodo. Después de permitir que el cemento endurezca por completo, se vuelve uno de los cementos que no son de resina, más resistente a la solubilidad y la desintegración de la cavidad bucal. (31)

El cemento de vidrio ionómero convencional posee liberación de flúor, unión físico-química a la estructura dentaria y un bajo coeficiente de expansión térmica, similar a dentina. (4) Se ha demostrado que este material, al permitir la liberación de flúor de la mezcla, reduce caries secundaria en el margen cavo

superficial. La reducción en la microfiltración y la sensibilidad postoperatoria también han sido atribuidas al bajo coeficiente de expansión térmica del vidrio ionómero, además con este material ocurre menor microfiltración que con el fosfato de zinc.(18) Una desventaja de este material es la sensibilidad a la humedad durante su fraguado, ya que durante los primeros estadios de su fraguado, éste es muy sensible al desbalance hídrico, soportando muy mal los excesos o déficit de agua. Es por esto que el cemento de vidrio ionómero debería ser protegido de agua y saliva durante por lo menos 15 minutos luego de haberlo aplicado en boca. Una exposición temprana a agua o saliva disminuye la dureza de éste. (33)

### **Cemento de Vidrio Ionómero modificado con Resina Compuesta**

#### Composición y usos

Cemento de vidrio ionómero que incorpora monómero polimerizable y un agente de entrecruzamiento; es un tipo de cemento que tiene un mayor tiempo de trabajo y es menos sensible a la contaminación por agua que los cementos de vidrio ionómero convencionales; también se le denomina cemento de vidrio ionómero híbrido. (28) Este producto es considerado un material de polimerización dual (18) y, es usado ampliamente como liner o para cementación. (35)

### Ventajas y desventajas

Los cementos de vidrio ionómero modificados con resina también liberan flúor, al igual que el vidrio ionómero convencional, y contienen componentes de resinas que mejoran sus propiedades físicas y mecánicas (el componente de agua es sustituido con una resina tal como el hidroxietilmetacrilato (HEMA) o BIS-GMA). (36) Presenta baja acidez inicial y alta resistencia flexural, sobre el cemento de vidrio ionómero convencional. Sin embargo, su rigidez es más baja que cualquiera de los otros materiales. (4)

Este material tiene el potencial de proveer tanto buena adhesión como buen sellado, debido a su habilidad intrínseca de unirse, al mismo tiempo, a los tejidos dentarios y a las aleaciones de metal. Sus propiedades mecánicas son mejores que las de los cementos de fosfato de zinc y de vidrio ionómero convencional. La biocompatibilidad, coeficiente de expansión térmica similar al de los tejidos dentarios y la habilidad de liberar flúor, lo convierten en un material de mejores propiedades que el cemento de vidrio ionómero convencional. (35)

### **Cemento de Resina Compuesta**

Los avances en la química de las resinas para aplicaciones dentales han llevado al desarrollo de los cementos a base de resina compuesta; se ha conseguido una consistencia adecuada que permite la colocación como agente cementante en varios tipos de procedimientos. (28)

El cemento tiene por objeto cubrir y sellar el espacio microscópico existente entre las superficies de contacto, para el asentamiento del material restaurador a la estructura dental, impidiendo la penetración del fluido oral y la invasión bacteriana. Actualmente el procedimiento de unión y retención de las restauraciones indirectas utiliza la tecnología de los sistemas adhesivos, combinados con los cementos de resina. (5) Éstos últimos son, en esencia, resinas compuestas fluidas de baja viscosidad. (28)

Estos cementos tienen propiedades mecánicas superiores en comparación a los cementos convencionales, y demuestran mayores capacidades retentivas. El uso de los agentes cementantes de resina, sin embargo, requiere de una técnica sensible y de una manipulación cuidadosa durante la cementación y remoción de excesos del material. (4)

Aún teniendo buenas propiedades, gracias a su composición, la contracción de polimerización de la resina podría permitir que ocurriera microfiltración, debido a las tensiones generadas dentro del cemento y, por lo tanto, sensibilidad dentaria asociada a la técnica de cementación de este producto. Es por esto, que sigue siendo un factor importante a tratar la microfiltración producida en restauraciones indirectas cementadas con este producto. (4,16,37)

A continuación detallaremos la composición de estos cementos y una serie de características y propiedades de ellos.

#### Composición y reacción de polimerización

Básicamente la composición de los cementos de resina es semejante a la de la resina compuesta; es decir, presenta una matriz orgánica y una inorgánica, integradas por el silano, como agente de unión. (5) El relleno es el mismo que se emplea en las resinas compuestas, esto es, las partículas de sílice o vidrio (10 a 15 $\mu$ m de diámetro) y/o el sílice coloidal que se emplea en las resinas de microrrelleno. (5)

El desempeño de la resina compuesta asociada a la técnica de acondicionamiento ácido para unir materiales resinosos al esmalte y dentina propició la llegada de una variedad de cementos en base a resina. Así, la composición de la mayoría de los cementos de resina modernos es similar a aquélla de las resinas compuestas, usadas como material restaurador, en el cual la base es el sistema monomérico Bis-GMA (Bisfenol A-metacrilato de glicida) o UDMA (uretano dimecrilato), combinados con otros monómeros de menor peso molecular, como el TEGDMA (trietinol glicol dimetacrilato). La adopción de grupos funcionales hidrofílicos, en el cual están incluido los sistemas organofosfonatos, hidroxietil metacrilato (HEMA) y 4- META (4-metacriloxietil trimelitano anhídrido), modificó la composición orgánica del cemento de resina en relación a las resinas compuestas y, además, propició la posibilidad de unión con la superficie de la dentina, que frecuentemente queda expuesta en la mayoría de los dientes preparados. (5)

Para completar la composición, la resina aglutinante se combina con partículas cerámicas y sílice coloidal. La diferencia en la composición, con respecto a la resina compuesta, está en el menor porcentaje volumétrico de partículas que se incorporan en la resina aglutinante, con el objetivo de adecuar

la viscosidad del material a las condiciones específicas deseables para la función del cemento. (5)

Su menor viscosidad facilita la manipulación y el subsiguiente asentamiento completo de la restauración en el diente preparado. La reducción de la viscosidad se deriva de su menor contenido de relleno y su mayor porcentaje de solvente orgánico. Las deficiencias físico-químicas radican en su mayor contracción lineal, en su más baja resistencia al desgaste y en sus menores propiedades mecánicas. (27)

Estos cementos pueden ser activados mediante un proceso químico, en el cual interactúa un peróxido orgánico con una amina aromática, otorgando radicales libres al medio, los cuales desencadenarán la polimerización de los monómeros. Otra forma de activación es mediante activación lumínica, en la cual una longitud de onda definida actúa sobre un elemento fotosensible, como la canforoquinona, la que, en presencia de una amina alifática, desencadenará la polimerización; esto es una fotopolimerización. Además existen cementos a base de resina que poseen ambos sistemas de polimerización, los que son llamados cementos duales o de activación dual. (28)

Los cementos de resina se ofrecen en forma de líquidos viscosos, dos pastas o polvo y líquido. En este último caso, el contenido del polvo es generalmente formado por partículas vítreas mezcladas con polímeros en polvo y el peróxido de benzoilo como iniciador. El líquido contiene, además de la mezcla del Bis-GMA y/o otros monómeros dimetacrilatos, una amina activadora de la reacción de polimerización. Algunos materiales también traen en su composición, monómeros con grupos potencialmente adhesivos, como fosfatos o carboxilos, similares a aquéllos encontrados en los agentes adhesivos de la dentina. Cuando los cementos son presentados en la forma de dos pastas, la composición monomérica e inorgánica es la misma, pero combinados en las dos pastas. (5)

#### Clasificación de los cementos de resina compuesta

Los cementos de resina se pueden clasificar de acuerdo a varios criterios, entre ellos:

1. El tamaño de las partículas.
2. La adhesividad.
3. El sistema de activación o reacción de polimerización. (23)

1. Por el tamaño de sus partículas:

- a) Cementos de resina de micropartículas: sus partículas inorgánicas de relleno presentan un tamaño promedio de  $0,04\ \mu\text{m}$  y su porcentaje es de aproximadamente 50% en volumen. (23)
- b) Cementos de resina microhíbridos: constituyen la mayoría de los cementos de resina que se encuentran en el mercado odontológico. El tamaño promedio de sus partículas inorgánicas de relleno es de alrededor de  $0,04\ \mu\text{m}$  a  $15\ \mu\text{m}$ , las cuales están incorporadas en un porcentaje de aproximadamente 60 a 80% en volumen. (23)

Según datos de la literatura, los mejores resultados se logran con los cementos que presentan en su composición partículas microhíbridas, debido a que su contracción de polimerización es más baja y presentan una viscosidad media, lo cual permite un adecuado asentamiento de la restauración. (23)

2. Por su adhesividad:

La mayoría de los cementos de resina dependen de un sistema adhesivo para unirse al diente.

Existe un pequeño grupo de cementos que poseen en su composición monómeros adhesivos que se adhieren químicamente al metal. En tal virtud, estos serían los cementos adhesivos de primera opción para la cementación de piezas metálicas. Estos cementos de resina adhesivos son activados químicamente, lo cual limita su tiempo de trabajo, pero en compensación garantizan una óptima polimerización en la cementación. (23)

Entonces, existen cementos que necesitan de un sistema adhesivo que se aplica antes del cemento, tales como el cemento RelyX ARC, en cambio, otros cementos son autoadhesivos y no necesitan de la aplicación previo de un adhesivo, tales como el cemento RelyX Unicem o seT. (9,38)

### 3. Por su sistema de activación:

Los cementos de resina pueden ser activados químicamente, fotoactivados e inclusive presentar doble activación, es decir, activación dual.

- a) Cementos de resina de activación química: al mezclar la pasta base con su catalizador se produce una reacción peróxido-amina que inicia la

reacción de polimerización. Normalmente estos materiales no poseen características estéticas, pues la mayoría de las veces presentan un aspecto blanco opaco y pocas opciones de colores. Sin embargo, cuentan con una singular ventaja en cuanto a su grado de polimerización: logran un alto grado de conversión de monómeros en polímeros. (23)

Los cementos de resina activados químicamente se suministran en dos componentes, ya sea polvo/líquido o dos pastas. Éstos se combinan en un papel de mezcla durante 20-30 segundos. El retiro del exceso de cemento es difícil si se deja que polimerice, por lo que se aconseja retirarlo inmediatamente después de que la restauración esté asentada. (28)

- b) Cementos de resina fotopolimerizables: presentan fotoiniciadores (tal como la canforoquinona) que se activan por la acción de un haz de luz de una longitud de onda de 460/470 nm. Se pueden indicar para cementar restauraciones translúcidas y de poco espesor (siempre que el grosor de la zona de adhesión sea menor a 1,5 mm, para que permita una adecuada transmisión de la luz). (23)

Los cementos fotopolimerizables, al igual que las resinas compuestas, son sistemas de un solo componente. El tiempo de exposición que se necesita para polimerizar el cemento de resina depende de la intensidad de luz que atraviesa la restauración y de la capa de cemento que se va a polimerizar. De todos modos, este tiempo nunca debe ser menor de 40 segundos. El exceso de cemento se debería retirar tan pronto como se coloca la restauración a no ser que las instrucciones para el cemento especifiquen otra cosa. (28)

- c) Cementos de resina duales (de doble activación): en los materiales cuya reacción de endurecimiento es dual, de activación tanto química como lumínica, se encuentran presentes fotoiniciadores (canforoquinona y amina), como una forma adicional al sistema de iniciación químico. La reacción de polimerización se inicia con la mezcla de la pasta base con el catalizador y tiene como complemento el sistema activado por luz, el cual aumenta el grado de conversión de los monómeros en polímeros, mejorando las propiedades físicas del cemento, además de acelerar la reacción de endurecimiento. (23)

Los cementos que poseen este tipo de reacción de polimerización iniciada por componentes químicos (peróxido de benzoilo) y por la

emisión de la luz visible, son preferidos en los procedimientos técnicos de cementación de prótesis porque consiguen una polimerización del cemento más completa. De esta forma, se recomienda usar esta clase de cementos de resina para el uso bajo restauraciones opacas o gruesas, con el fin de obtener una polimerización más completa en áreas de la restauración que no podrían ser polimerizadas eficazmente solamente por la irradiación de la luz visible. (5)

Los cementos de fraguado dual son sistemas de dos componentes (pasta-pasta), que requieren de un mezclado, tal y como ocurre en los sistemas de activación química. La reacción química es muy lenta, lo que proporciona un tiempo de trabajo más largo hasta que el cemento se expone a la luz, momento en el cual se solidifica con rapidez. Debido a que el proceso químico aún continúa, este cemento va obteniendo una mayor resistencia. El retiro del exceso de cemento se puede realizar tras el asentamiento de la restauración o un tiempo de espera posterior, según lo que indiquen las instrucciones de uso. (28)

### Características de los cementos de resina

Los cementos de resina son un grupo de materiales virtualmente insolubles en los fluidos orales y muy similares a las resinas compuestas en

cuanto a su grado de adhesión. Además, el monómero de estos cementos es el mismo que el de las resinas compuestas (HEMA o 4-META), y por tanto, es un irritante pulpar. Dada esta característica, resulta fundamental poner una base de hidróxido de calcio o vidrio ionómero, cuando el grosor de la dentina remanente, menor a 2mm, no sea suficiente para evitar la filtración de irritantes. (28)

Los cementos adhesivos de resina tienen la habilidad de unirse tanto a la estructura dentaria, como a la restauración. La unión de ambas estructuras mediante el cemento adhesivo reduce la microfiltración entre la restauración y la interfase dentaria, la sensibilidad post-operatoria, tinciones marginales y caries recurrente. (6)

Diversos trabajos de investigación clínica (39,40,41,42,43) permiten establecer que los cementos de resina compuesta son los indicados para cementar incrustaciones estéticas adhesivas debido a sus siguientes ventajas:

- Adhesión estable a todos los sustratos.
- Mayor resistencia compresiva, tensional y al desgaste.
- Buena similitud de color con el diente.
- Zona marginal pulible.

- Mejoran la resistencia a la fractura de las incrustaciones cerámicas.
- Amortiguan las cargas entre el material restaurador y el diente.
- Los cementos duales permiten un mejor control de la polimerización y aumentan el tiempo de trabajo. (29)

### Propiedades

Las propiedades físicas de los cementos de resina son determinadas por el tipo, distribución y cantidad de partícula inorgánica. También se ven influenciadas por el grado de conversión de los monómeros en polímeros. Como en las resinas compuestas, la conversión de los monómeros es incompleta, aunque sea bajo excelentes condiciones de polimerización. En el caso de los cementos de resina, cuya polimerización se inicia a través de la emisión de la luz visible, es deseable 60 segundos de exposición de luz. Sin embargo, la polimerización hecha solamente por la activación de luz visible no es suficiente para promocionar una adecuada polimerización en regiones más profundas o donde la opacidad y espesor del material restaurador impida la transmisión de la luz. En estas situaciones son utilizados los cementos que también poseen el sistema de autopolimerización. La acción de los dos sistemas de activación aumenta el grado de conversión de los monómeros en polímeros y es por esto que mejora las propiedades físicas del cemento. (31)

Los cementos a base de resina presentan una extensa variación de propiedades entre un producto y otro. Estas variaciones se asocian a las diferencias de composición, las cantidades de monómeros presentes y niveles de relleno entre un producto y otro. (31)

Los cementos de resina exhiben mejores propiedades mecánicas de resistencia a la flexión, módulo de elasticidad, resistencia a la fractura y dureza, en comparación a los cementos minerales tradicionales. Estas buenas propiedades mecánicas, unido a sus capacidades adhesivas, hacen que el uso de estos cementos sea esencial en situaciones clínicas que requieran soporte de la restauración indirecta como las carillas, y una excelente opción para situaciones con dificultad de retención. (4)

Son materiales que presentan resistencia a la compresión y tracción diametral entre 100 a 200 Mpa y 20 y 50 Mpa, respectivamente, y baja solubilidad (0,05% en peso). Son propiedades consideradas superiores en relación a los cementos tradicionales. (5)

Su efectividad en la unión con la estructura dental en presencia de humedad disminuye y permiten infiltración marginal. Sin embargo, el exitoso

desempeño de los cementos de resina es dependiente de su capacidad de humedecimiento, fluidez y espesor de película. Para mejorar la capacidad de humedecimiento de la superficie del diente, asentamiento de la restauración y la resistencia de unión, algunos cementos de resina empezaron a ser utilizados en asociación con agentes adhesivos y la técnica de acondicionamiento ácido. (5)

Esa combinación en el uso de materiales fluidos y técnica para formación de rugosidad microscópica propicia una interacción íntima entre las superficies de los sustratos, y contribuye para el desarrollo en la utilización del cemento de resina, a pesar de haber aumentado también la complejidad del uso clínico de esos sistemas. (5) Estos nuevos pasos asociados a la técnica de cementación con cementos a base de resina pueden aumentar la posibilidad de error entre un comportamiento bajo condiciones ideales y un comportamiento en la práctica clínica diaria. (8)

Aunque no existe especificación del valor máximo de espesor de la película para los cementos de resina, la ISO 9917 recomienda 25  $\mu\text{m}$  como valor máximo para la obtención de una adecuada adaptación de las restauraciones indirectas usando los cementos tradicionales. (5)

El grosor de película de los cementos de resina es considerado un factor crítico para las restauraciones cerámicas. Cuando posee aproximadamente  $100\mu\text{m}$ , además de la desadaptación de la restauración a la estructura del diente, también dificulta la distribución de tensiones de forma homogénea sobre la restauración y la deja más susceptible a fractura. El mayor grosor de película propicia también mayor absorción de fluidos orales y contribuye para la expansión del cemento de resina. Como consecuencia, la interfase material restaurador-estructura dental queda más susceptible al desgaste y a la pigmentación. Por otro lado, también existe un límite mínimo de grosor suficiente para conferir la resistencia necesaria al conjunto diente-material cementante-restauración bajo cargas oclusales de masticación. (5)

Otro factor a ser considerado está relacionado con el desarrollo de tensiones de la contracción de polimerización del cemento. Como el material restaurador y el tejido dental son estructuras rígidas, la compensación de la contracción de polimerización ocurre en el interior de la masa de cemento y puede liberar altos niveles de tensiones en la interfase de unión, tanto en el lado del material restaurador como del diente. (5) De allí la importancia que el cemento a base de resina debe poseer un módulo de elasticidad relativamente

bajo, para que al polimerizar pueda soportar el estrés de polimerización evitando soltarse de las paredes a las cuales está unido. (4)

#### *Solubilidad in vivo y desintegración de los cementos*

Una propiedad importante del cemento de resina es que debe ser resistente a la solubilidad y la desintegración en la cavidad bucal. Con excepción de los cementos de resina, todos los cementos que han sido tratados tienen posibilidad de degradación significativa en los fluidos bucales. (28)

Como se ha mencionado previamente, los cementos a base de resina son casi insolubles, y su endurecimiento es mayor al de los otros cementos. Ahora bien, el mayor problema que presenta este tipo de cemento, es su compleja manipulación, ya que se requieren muchos pasos para lograr la cementación. Al fallar alguno de estos pasos, todo el proceso falla. (31)

#### *Efecto biológico*

Los cementos a base de resina, como las resinas compuestas, son irritantes pulpares. Cuando se cementa una restauración indirecta que implica la adhesión a dentina, es importante proteger la pulpa con una base de hidróxido de calcio o vidrio ionómero. Obviamente, si el área de adhesión implica sólo el

esmalte o si el grosor de la dentina es mayor a 2mm, la capacidad de irritación de los monómeros es insignificante y la utilización de una protección pulpodentinaria no es necesaria. (31)

La sensibilidad post-cementación asociada al uso de cementos de resina ha sido atribuida principalmente a la microfiltración, mala técnica de cementación e irritación directa de los monómeros en la pulpa, en menor medida. Aunque la práctica indique que no se podrá eliminar el 100% de los casos con microfiltración (debido a que aún no existe material que selle perfectamente los márgenes de la restauración), es evidente que el seguir las indicaciones del fabricante ayudará a minimizar dicha sensibilidad. La rigidez o exactitud con que se sigan las instrucciones del fabricante disminuirá la probabilidad de microfiltración. (4)

Presentan pocos problemas biológicos. Se han relatado casos de alergia especialmente cuando se han utilizado sistemas adhesivos de dentina. El contacto con la piel también debe ser evitado, ya que debido a los monómeros presentes en el cemento podría causar dermatitis. (5)

### Manipulación

Los cementos presentados bajo la forma de polvo y líquido, carecen de una correcta proporción de los componentes. El líquido debe ser adicionado al polvo y mezclado cuidadosamente para evitar la incorporación de burbujas de aire. La mezcla debe ser utilizada inmediatamente, porque el tiempo de trabajo es corto. (5)

Cuando éste se presenta en el sistema de dos pastas, la proporción usual se hace en cantidades iguales (1:1) de ambas, dispensadas en una placa de manipulación y mezcladas por 30 segundos. Una rápida y completa mezcla minimiza la inclusión de burbujas. El uso de la mezcla también debe ser inmediata y los excesos del material removidos en la fase gomosa para que no se desarrollen fallas en los márgenes de la restauración. (5)

### Ventajas y desventajas

Los cementos de resina poseen ventajas como alta resistencia, dureza, baja solubilidad en fluido oral y unión micromecánica a los tejidos del diente (esmalte y dentina), aleaciones metálicas y superficies cerámicas. (5)

Entre las desventajas están los múltiples pasos que la hacen ser una técnica sensible, la posibilidad de infiltración en la interfase, la sensibilidad pulpar, un corto tiempo de trabajo y dificultad para remover los excesos de los márgenes de la restauración. (5)

#### Criterios para selección y uso

Ninguno de los cementos de resina disponibles está libre de alguna deficiencia clínica, aunque esté dentro de las características requeridas para el uso clínico, como biocompatibilidad, facilidad en la manipulación, sellado satisfactorio, propiedades retentivas y estabilidad clínica, la posibilidad de falla es inevitable. Sin embargo, eso puede ser minimizado durante el procedimiento de selección y manipulación de los cementos, siguiendo criterios como tener cuidado al dispensar los componentes del cemento, promover una mezcla rápida y uniforme del cemento, evitar la contaminación del cemento, durante el acto de cementación mantener fija la restauración y cuidado con la remoción de excesos. (5)

#### Aplicaciones clínicas

Los cementos en base a resina han sido utilizados durante 15 años y fueron introducidos para fijación de prótesis adhesivas y restauraciones

unitarias. En pocos años su utilización aumentó debido al éxito alcanzado en el uso combinado con las restauraciones cerámicas del tipo veneer, onlay e inlay.

(5)

En el caso de las restauraciones indirectas unitarias y múltiples confeccionadas en metal, cerámica o composite, la longevidad clínica de la restauración está directamente relacionada con las propiedades del cemento para resistir el desgaste y pigmentación de la interfase y, a la vez, a la capacidad de escurrimiento en la región retentiva de la superficie interna del material restaurador para efectivamente propiciar sellado marginal y resistencia a la unión. (5)

Durante la cementación de restauraciones indirectas con cementos de resina, en el momento de la polimerización, surgen tensiones que causan la separación entre la restauración y las paredes de la cavidad, generando filtración marginal, principalmente si el margen está localizado en dentina. Así, la integridad marginal está directamente relacionada con la fuerza de unión entre la superficie dentaria y el sistema adhesivo o cemento de resina indicado para la cementación de restauraciones indirectas. (13)

Además, el estrés producido por el cemento de resina puede afectar la capa híbrida presente en la superficie dentaria, abriendo espacios microscópicos en aquella superficie, lo que puede producir finalmente sensibilidad postoperatoria. La aplicación de una capa de adhesivo para sellar la dentina previo al provisional, seguido de otra capa de adhesivo previo a la cementación reduce la filtración marginal, mejora la fuerza de adhesión entre la dentina-adhesivo-resina y también reduce la sensibilidad postoperatoria. (13)

Así, el previo sellado de la dentina usando adhesivo, seguido de otra aplicación al momento de la cementación de la restauración es una técnica alternativa efectiva en relación a la adaptación marginal de restauraciones indirectas de resina compuesta y la fuerza de unión en la interfase de las paredes cavitarias. Estas son, de hecho, las regiones más críticas para la longevidad de las restauraciones. (13)

Recientemente, se ha desarrollado un nuevo cemento de resina, RelyX Unicem, que combina el uso de adhesivo y cemento en una simple aplicación, eliminando la necesidad de un tratamiento previo de ambos (el diente y la restauración). Las propiedades adhesivas de éste, están basadas en monómeros ácidos que posee en su composición, que desmineralizan e infiltran

las superficies del diente, resultando en una retención micromecánica. (38) Este nuevo tipo de cemento es propuesto para simplificar el procedimiento de cementación teniendo sólo un paso de aplicación. Este cemento se creó con el fin de unirse a la dentina sin ningún tipo de tratamiento o acondicionamiento previo de la superficie dentaria. (7)

El objetivo del desarrollo de un cemento de resina universal autoadhesivo es combinar la facilidad de manejo ofrecida por el cemento de vidrio ionómero con las propiedades mecánicas favorables, estética atractiva y buena adhesión de los cementos de resina. (21)

Bifix (VOCO, Alemania) y RelyX Unicem (3M, Alemania) son ejemplos de cementos de resina de polimerización dual (foto y química) utilizados para la cementación adhesiva de restauraciones indirectas de cerámica, resina y metal, sin un tratamiento previo. (44)

Cada componente de ambos productos tiene una función específica que explica sus propiedades biológicas y mecánicas. La adición de flúor podría ser protectora de caries, las sustancias radioopacas permiten el diagnóstico

radiográfico y la adición de hidróxido de calcio, antimicrobiano, adicionado a RelyX Unicem, contribuye a la biocompatibilidad del producto. (44)

Dentro de los cementos de resina autoadhesivos y autograbantes también podemos mencionar el cemento seT (SDI, Australia). Este cemento, de un solo paso, disminuye la sensibilidad postoperatoria, ya que no requiere de un grabado y enjuague por separado, y la capa de producto se mantiene intacta protegiendo el diente. Es un cemento de curado dual, solidifica en 5 minutos por sí solo, o en sólo 20 segundos con la ayuda de una lámpara de fotocurado. La fórmula que contiene el cemento seT se diseñó específicamente para generar una alta liberación de flúor durante un largo periodo de tiempo. Sirve como sistema de prevención de caries, al suministrar un continuo aprovisionamiento de flúor en la cavidad bucal. Su fórmula usa monómeros hidrofóbicos especiales, brindando una buena resistencia a la solubilidad en el ambiente bucal cuando ya ha polimerizado el cemento. seT mantiene su forma anatómica, a diferencia de algunos productos que, de hecho, pierden masa con el transcurso del tiempo, es radioopaco, tiene un espesor ideal de película (25  $\mu\text{m}$ ) y su fluidez facilita la cementación de restauraciones. Además se encuentra en una amplia variedad de colores (5 tonalidades: Translúcido, A1, A2, OA3 y blanco opaco), lo que ayuda a mejorar la estética. (9)

Con la simplificación en el uso de de los cementos de resina autograbantes y autoadhesivos, es decir, los pasos previos a la cementación (grabado ácido y aplicación de adhesivo) no son necesarios, es esperado que el proceso de cementación sea menos sensible a la técnica y al operador que cuando se usaba un sistema de tres pasos. Otras propiedades clínicas relevantes reconocidas en los cementos de resina autograbantes y autoadhesivos son: reducir la sensibilidad postoperatoria, respuesta pulpar menor que los cementos de resina convencionales y la habilidad de unión adecuada a diferentes sustratos. Sin embargo, han surgido limitaciones en el potencial de unión de estos materiales al esmalte y a la dentina. Por ejemplo, en el cemento RelyX Unicem fue observado un limitado potencial de grabado y la habilidad de interactuar sólo superficialmente con la dentina. (45) Esto generaría una brecha entre la restauración y la superficie dentaria, lo que originaría microfiltración en aquellas zonas donde el cemento actuó sólo superficialmente con la dentina y, posteriormente, provocando sensibilidad postoperatoria o el fracaso de la restauración.

El éxito clínico de restauraciones indirectas cementadas ha sido evaluado midiendo el ajuste marginal y la microfiltración durante muchos años,

a pesar del hecho que no hay restauración ni material de cementación capaz de lograr un completo sellado marginal. (17)

En el caso de las restauraciones cerámicas, la microfiltración ha sido relacionada con la pérdida de integridad del cemento con la estructura dentaria, y esto ha sido asociado con otros problemas, como caries secundaria, sensibilidad post-operatoria, inflamación pulpar, tinciones y acumulación de placa, debido al paso de bacterias, fluidos, moléculas o iones indetectables clínicamente, entre la estructura dentaria y la restauración cementada. (17)

El sellado de cementos de resina autoadhesivos es comparable con cementos que ocupan adhesivos para el sellado dentinario, mientras que dentro de los cementos autoadhesivos y autograbantes, RelyX Unicem parece beneficiarse mediante el uso de un acondicionador convencional, como el ácido fosfórico o un fuerte sistema adhesivo autograbante al cementarlo al esmalte. Debido a la excesiva microfiltración observada, cuando el cemento autoadhesivo era utilizado solo y debido a su polimerización dual, los autores no recomendarían el uso de este en la cementación de carillas cerámicas. (17)

Es por esto que es conocido que la interfase entre el material restaurador y la estructura dentaria es de gran significancia clínica. Esta interfase en el

margen de la restauración es una zona problemática en términos de microfiltración. (46)

### **MICROINFILTRACIÓN O INFILTRACIÓN MARGINAL**

Una de las principales funciones de la restauración dental es sellar la dentina expuesta del ambiente oral, para prevenir el daño pulpar y la caries. La filtración de agua y otros productos puede ocurrir a lo largo de la interfase mediante brechas creadas durante la inserción o la función. Basados en el tamaño de estas brechas, se distinguen dos tipos de filtraciones: si es una gran brecha, donde pueden pasar agua, moléculas grandes e incluso bacterias el proceso es llamado microfiltración, o si la brecha es tan pequeña que solo pueden pasar agua y pequeñas moléculas, se le denomina nanofiltración. (47)

La microfiltración es el paso clínico indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la pared cavitaria y el material restaurador. Ésta se produce ya que los materiales de resina se contraen e inducen estrés en la interfase, que puede llevar a la formación de una brecha. Evitar la microfiltración es difícil, ya que los adhesivos actuales aparentemente son incapaces de sellar perfectamente los márgenes de la restauración. (47)

La microfiltración a temperatura constante oral se producirá, primero, por la falta de sellado de la interfase diente-restauración y, segundo, porque el espacio virtual actuará como un tubo capilar, facilitando lo que no queremos, el paso de fluidos.

Si hay cambios de temperatura, lo cual es más que frecuente en la cavidad oral, se producirán cambios dimensionales distintos, tanto en el diente, como en la restauración. Si los coeficientes de variación térmica lineal del diente y de la restauración son diferentes, es fácil comprender que la interfase diente-restauración (espacio virtual y, por lo tanto, sin sellar) aumentará o disminuirá sus dimensiones frente a estas variaciones de temperatura, actuando ahora no sólo como un tubo capilar, sino también, como una bomba aspirante e impelente (permite el paso de fluidos mediante la aspiración y luego los presiona o impele hacia el interior, es decir, a la interfase). (48)

La filtración, es una de las máximas preocupaciones en la odontología restauradora adhesiva, debido a sus secuelas clínicas. (16) La integridad marginal de las restauraciones es de relevancia clínica, ya que la formación de brechas marginales ha sido asociada con caries secundaria y enfermedad

pulpar. Además, ocurre hipersensibilidad, decoloración marginal, y degradación acelerada de ciertos materiales, que le es atribuido a la filtración marginal, que en conjunto contribuyen a la falla de la restauración. (49)

### Evaluación del sellado del margen in Vitro

Debido a su facilidad y simplicidad, el método más frecuentemente usado en la medición de la microfiltración es con una tinción específica después de cortar el diente que ha sido restaurado con resina compuesta. El segundo método más frecuente es el escaneo con microscopio electrónico. La ventaja del primer método es que hace posible obtener información sobre el sellado interno de la restauración. Sin embargo, tiene la desventaja de tener que destruir el diente cortándolo. (15)

El uso de tinciones orgánicas como marcadores es uno de los métodos más antiguos y comunes para detectar filtración in Vitro. En general este método para detectar microfiltración implica la colocación de una restauración en un diente extraído, seguido de una inmersión de este diente en una solución de una tinción luego de que las partes no restauradas hayan sido protegidas con una capa de barniz resistente al agua. Luego de un intervalo de tiempo

determinado, se retiran de la solución, se lavan y son seccionados para la examinación visual para medir la extensión de la infiltración de la tinción. Se pueden utilizar muchas tinciones de diferentes tamaños de partículas o afinidad a sustratos, pero esto no parece influir significativamente en los resultados. (19)

Un método popular de tinción es el azul de metileno, aunque su solución química no es estable a temperatura ambiente ni al exponerse a la luz, además es inestable en la presencia de ácidos fuertes. (15)

A pesar de todos los avances tecnológicos, obtener un sellado marginal efectivo y duradero en la interfase material restaurador-diente es todavía un gran desafío. Las complicaciones clínicas de la microfiltración son múltiples, como ya se detalló anteriormente. (19) Debido a la corta data del cemento autoadhesivo y autograbante seT, es que nos encontramos ante la inexistencia de estudios acerca de su desempeño con respecto a esta característica en específico. Es por esto, que el propósito de este estudio es evaluar comparativamente el grado de infiltración marginal en restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con cemento de resina autoadhesivo set®, siguiendo las normas del fabricante y realizando la técnica de grabado ácido

previo a la cementación in Vitro, mediante el uso de una tinción específica (azul de metileno).

## **HIPÓTESIS**

Existen diferencias significativas en el grado de infiltración marginal en restauraciones indirectas realizadas con y sin técnica de grabado ácido previo, cementadas con cemento de resina autoadhesivo seT®, SDI, siendo las que se realizan con técnica de grabado ácido previo las de menor grado de infiltración.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

Determinar si existen diferencias significativas en relación al grado de infiltración marginal producida en restauraciones indirectas realizadas con y sin técnica de grabado ácido previo, cementadas con cemento de resina autoadhesivo seT®, SDI, siendo las que se realizan con técnica de grabado ácido previo las de menor grado de infiltración.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar el grado de infiltración marginal de restauraciones indirectas cementadas con el cemento de resina autoadhesivo seT® (SDI) con grabado ácido previo de la superficie.
- Determinar el grado de infiltración marginal de restauraciones indirectas cementadas con el cemento de resina autoadhesivo seT® (SDI) siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Comparar estadísticamente los resultados obtenidos.

## MATERIAL Y MÉTODO

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

Se midió y se comparó *in Vitro* el grado de infiltración marginal de un cemento de Resina Compuesta autoadhesivo (seT®, SDI) con grabado ácido previo y sin grabado ácido previo.

Para la evaluación del cemento se recolectaron 30 piezas dentarias sanas (molares), las cuales fueron conservadas en una solución de suero fisiológico con formalina al 2% en un recipiente cerrado, mantenidos a temperatura ambiente hasta ser utilizados. Previo a su utilización, las piezas dentarias fueron limpiadas con una escobilla, agua y clorhexidina al 0,12%.

A cada pieza dentaria se le realizaron 2 cavidades operatorias clase V, estandarizadas en sus dimensiones, siendo de 3mm de profundidad, 3mm de alto y 6mm de ancho, todas ellas fueron realizadas por un mismo operador, ubicadas

en vestibular, palatino/lingual de cada diente, ocupando el tercio medio de la cara correspondiente y quedando la pared axial en dentina.

Fig. 1. Se observan las dimensiones de la cavidad: 6mm de ancho, 3mm de profundidad y 3mm de alto.



Estas cavidades fueron realizadas con una turbina refrigerada con agua y piedras de diamante de alta velocidad troncocónica con extremo redondeado N°

ISO 806 de 1.14mm (Maillefer, Alemania). La piedra fue reemplazada cada 5 preparaciones para evitar su desgaste.

Luego de realizadas las cavidades, cada diente fue conservado en suero fisiológico isotónico más formalina al 2% hasta realizar la restauración (50,51,52)

Como material de obturación se utilizaron incrustaciones de resina compuesta Z 100 A2(3M) (N° de lote: 5CK), el cual es un material a base de resina (BIS-GMA) y un relleno a base de Zirconia/Silica en un 100%, de fotocurado, híbrido con un tamaño promedio de partículas de 0.6  $\mu\text{m}$ , presenta alta resistencia al desgaste y de excelente estética. Está indicada en restauraciones directas sector anterior y posterior, restauraciones indirectas que incluyen inlays, onlays y carillas. (53)

Al terminar las cavidades estas debieron ser aisladas, con aislante para acrílico y sobre ellas se confeccionaron las incrustaciones utilizando una técnica incremental (3 incrementos). Primero se realizó un incremento sobre una pared cavitaria en forma diagonal polimerizándola durante 30 seg., luego se realizó un segundo incremento de igual forma en la otra pared de la cavidad y también se

polimerizó por 30 seg. Por último, se terminó de rellenar la cavidad con un tercer incremento y se polimerizó durante 30 seg.

Para facilitar el retiro y cementación de las incrustaciones se fabricó un botón de resina en el centro de cada una.

Una vez terminadas se retiraron y se arenaron con óxido de alúmina  $\leq 40$  um, luego se limpiaron con escobilla suave y agua, se sumergieron en alcohol al 70% para limpiarlas y fueron secadas con aire.

Para realizar el estudio se formaron dos grupos: "A" y "G". El grupo "A" estuvo compuesto de 30 muestras, correspondientes a la cara vestibular de 30 molares. En tanto, el grupo "G" también estuvo compuesto de 30 muestras, pero esta vez fue la cara palatina/lingual de los mismos 30 molares.

Utilizamos además los botones para diferenciar al grupo de estudio que pertenece, Rojo para el grupo "A" donde se utilizó el cemento autoadhesivo sin grabado ácido previo y Azul para el grupo "G", donde se usó cemento autoadhesivo con grabado ácido de la superficie.

Para la cementación:

Para el Grupo "A" (seT®, SDI, N° de lote: 1303872): Se debió limpiar la cavidad con escobilla y agua, se secó la superficie con papel absorbente (superficie con brillo satinado). Se dispensó el cemento y se mezcló por 10 segundos. Se aplicó el cemento a las paredes de la cavidad y de la restauración. Se insertó la restauración tomándola por el botón con una pinza, presionando para el asentamiento final. Se retiraron los excesos del cemento con una sonda curva Maillefer, luego de 2 minutos de iniciada la mezcla con el papel absorbente. Se polimerizó por 20 segundos.

Para el Grupo "G" (seT®, N° de lote: 1303872, con grabado ácido de superficie): Se limpió la cavidad con escobilla y agua. Luego se aplicó un ácido ortofosfórico al 37% por 15 segundos en esmalte y dentina, se lavó con agua por 30 segundos y se secó la superficie con papel absorbente. Se dispensó el cemento y se mezcló por 10 segundos. Se aplicó el cemento a las paredes de la cavidad y de la restauración. Se insertó la restauración tomándola por el botón con una pinza, presionando para el asentamiento final. Se retiraron los excesos del cemento con una sonda curva Maillefer, luego de 2 minutos de iniciada la mezcla con el papel absorbente. Se polimerizó por 20 segundos. (9,52)

Fig 2. Materiales de cementación utilizados.



Fig 3. Restauraciones cementadas. Botón rojo, siguiendo las indicaciones del fabricante y botón azul, realizando grabado ácido previo a la cementación.



Una vez realizada la cementación, se dejaron en una estufa para cultivo tipo Haneus a 37°C +/- 2°C durante 48 horas.

Para evitar la microfiltración proveniente de los conductos y cámara pulpar se aplicó un tapón de vidrio ionómero Fuji II (GC, N° de lote: 0610191), de fraguado químico en aquellos dientes con apertura apical mayor a 1 mm.

Fig 4. Tapón de vidrio ionómero en dientes con apertura apical mayor a 1mm.



Luego se procedió a sellar todas las superficies de la pieza dentaria con cianocrilato, excepto un margen de 1mm alrededor de la restauración, después se cubrió completamente las piezas dentarias con dos capas de esmalte de uñas y resina acrílica dejando sólo las restauraciones a la vista con un margen de tejido dentario circundante de 1 mm. (50)

Las muestras se guardaron en un frasco rotulado en una estufa para cultivo tipo Haneus, con 100% de humedad ambiental y a 37° C durante 48 hrs.

El proceso siguiente correspondió al termociclado, en el cual se utilizó una solución acuosa de azul de metileno al 1% como indicador de microfiltración en la interfase diente-restauración.

El régimen de termociclado fue de 100 ciclos entre 3° y 60°C manteniendo las muestras 30 segundos en cada baño térmico y llevando a temperatura ambiente (+/- 23°C) durante 15 segundos entre un baño y otro.

Una vez terminado el termociclado las muestras fueron lavadas con un chorro profuso de agua por 5 minutos, secadas y posteriormente fueron cortadas, con disco de carburundum (un disco cada 2 dientes), perpendicularmente al eje mayor del diente pasando por el centro de ambas restauraciones indirectas. El corte se realizó de forma intermitente y con refrigeración (con jeringa triple) para disipar el calor producido. El corte se realizó con el fin de medir el grado de microfiltración a través del nivel de infiltración del colorante.

Fig 5. Muestra con corte transversal.

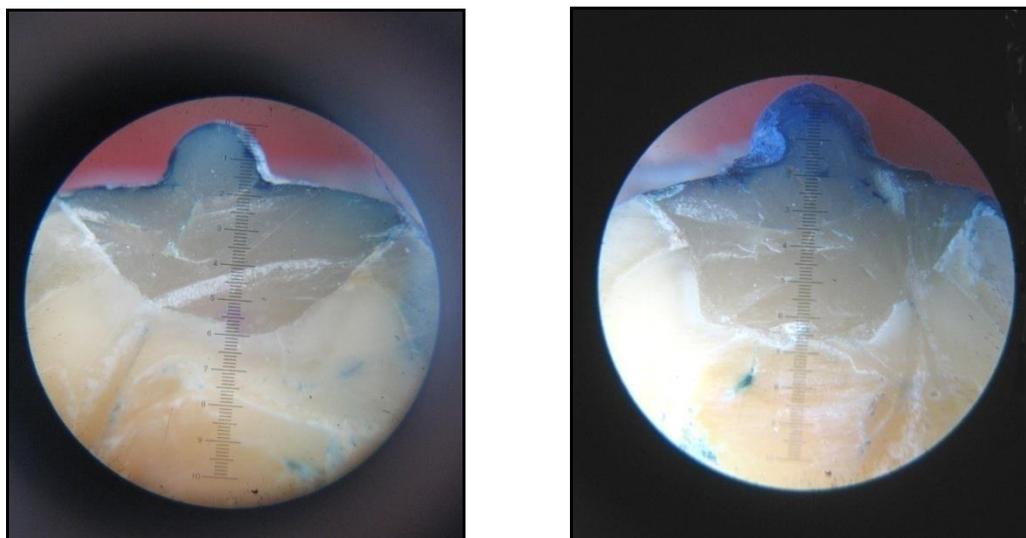


Se enumeraron las muestras del 1 al 30. Cada preparación fue observada con microscopía óptica, utilizando lente lupa (10X), con lente graduado a nivel de la interfase diente-restauración, evaluando el porcentaje de penetración del colorante. Esta medida fue obtenida basándose en la relación existente entre el grado de penetración y la profundidad total de la cavidad, siguiendo la siguiente ecuación matemática:

$$\frac{\text{Penetración del colorante en la interfase (mm)}}{\text{Profundidad total de la cavidad (mm)}} \times 100$$

Los datos de las variables en estudio fueron sometidos a las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. Posteriormente, se estimaron estadígrafos descriptivos con el objeto de caracterizar el comportamiento de los datos y se analizó, además, la existencia de datos atípicos. Los dos grupos estudiados fueron comparados entre sí mediante la prueba paramétrica de t-student para dos poblaciones independientes, previa comprobación de homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la prueba de Levene. El nivel de significación empleado fue de  $\alpha = 0,05$ . (54,55)

Fig 6. Vista de las muestras observadas con microscopía óptica.



## RESULTADOS

Los valores de microfiltración obtenidos fueron tabulados para facilitar su comprensión y análisis y se observan en la Tabla I.

**Tabla I. Porcentajes de Infiltración**

<b>N° Muestra</b>	<b>seT con grabado</b>	<b>seT según fabricante</b>
1	7,69	34,21
2	12,82	41,37
3	27,77	56,41
4	10,00	30,95
5	12,90	57,89
6	8,69	21,27
7	9,52	32,50
8	38,88	48,57
9	9,09	27,45
10	25,00	20,00
11	13,04	39,53
12	16,21	42,85
13	23,52	40,00
14	17,07	28,57
15	12,50	41,46
16	24,13	38,23
17	8,16	13,15
18	27,27	37,50
19	15,00	48,00
20	14,70	25,80
21	24,00	48,83
22	21,62	60,52
23	18,51	38,46
24	22,50	38,63
25	26,66	51,42
26	14,70	28,12
27	39,28	46,87
28	24,00	39,13
29	19,51	36,36
30	38,23	46,87
<b>Promedio</b>	<b>19,43</b>	<b>38,70</b>

## Análisis de los resultados

**Tabla II. Resultados de la estimación de los estadígrafos descriptivos de ambos tratamientos examinados.**

	GRUPOS ANALIZADOS		Estadístico	Error típ.	
VALORES OBSERVADOS DE LA FILTRACIÓN EN EL CEMENTO SET	CON GRABADO	<b>Media</b>	<b>19,4357</b>	1,65031	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	16,0604	
			Límite superior	22,8109	
		Desv. típ.	9,03911		
		Mínimo	7,69		
		Máximo	39,38		
		Rango	31,69		
			SIN GRABADO	<b>Media</b>	<b>38,6973</b>
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior			34,4716	
	Límite superior			42,9231	
Desv. típ.	11,31683				
Mínimo	13,15				
Máximo	60,52				
Rango	47,37				

En la Tabla II. se presentan los resultados de la estimación de los estadígrafos descriptivos en ambos tratamientos examinados. De dicha tabla se pueden desprender las siguientes conclusiones:

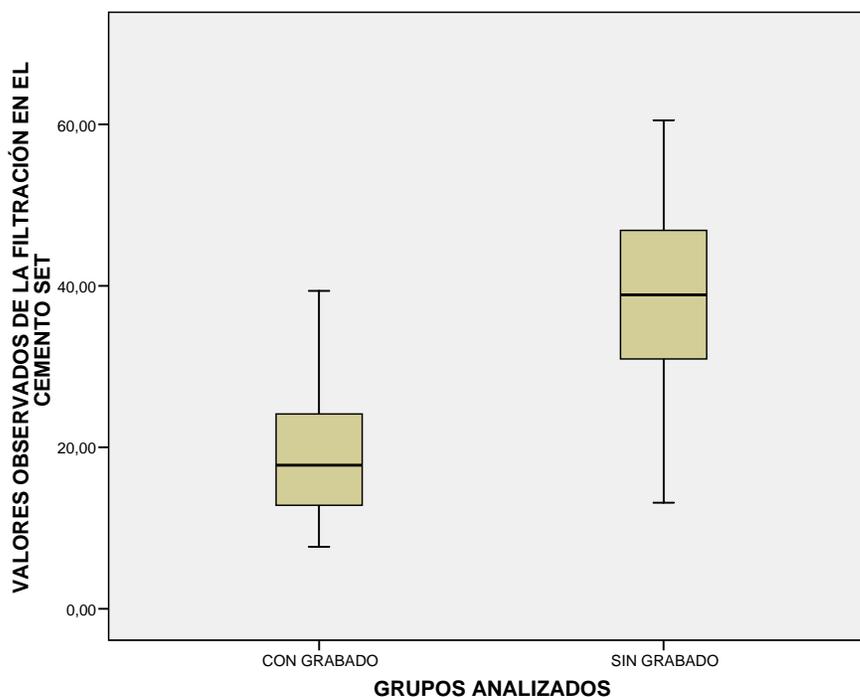
- En promedio, el grado de infiltración es significativamente menor cuando se utiliza grabado en las restauraciones (19,43% v/s 38,69%).
- Los resultados al utilizar el grabado ácido son más predecibles. Esto queda demostrado con la amplitud del rango (31,69 en el grupo con

grabado y 47,37 en el sin grabado), la desviación (9,03 en el grupo con grabado y 11,31 en el sin grabado) y el error típico (1,65 en el grupo con grabado y 2,06 en el sin grabado). Todos estos indicadores son menores en las muestras que se utilizó grabado ácido.

**Tabla III. Resultados de la aplicación de las pruebas de normalidad a los datos examinados en cada tratamiento estudiado.**

	GRUPOS ANALIZADOS	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VALORES OBSERVADOS DE LA FILTRACIÓN EN EL CEMENTO SET	CON GRABADO	,122	30	,200	,918	30	,054
	SIN GRABADO	,091	30	,200	,986	30	,952

La Tabla III muestra los resultados tras las pruebas de normalidad. El objeto de dicho estudio es determinar si los datos se distribuyen de forma normal. Tras este estudio se demostró que ninguna de las pruebas empleadas fue significativa para ambos tratamientos ( $p < 0,05$ ), de lo cual se infiere que los datos se distribuyen en forma normal.

**Gráfico N° 1****Porcentaje de Infiltración Cemento seT con y sin grabado ácido.**

En el gráfico N° 1 se muestra el diagrama de cajas que permite visualizar la comparación de estos dos tratamientos. Las cajas representan el rango en que se concentra el 50% de los datos. La línea central horizontal representa la mediana y las líneas verticales los valores mínimos y máximos obtenidos.

**Tabla IV. Resultados de la comparación entre ambos tratamientos estudiados.**

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	p	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia
VALORES OBSERVADOS DE LA FILTRACIÓN EN EL CEMENTO SET	Se han asumido varianzas iguales	<b>,618</b>	<b>,435</b>	<b>-7,28</b>	58	<b>,000</b>	-19,26167	2,64434

Por último, en la Tabla IV se muestra los resultados de la prueba de Levene , la cual no fue significativa ( $p > 0,05$ ), lo que indica que las varianzas son iguales entre ambos tratamientos; sin embargo, en la comparación entre los tratamientos estudiados se observó que el valor del estadígrafo t-student (-7.28) fue altamente significativo ( $p < 0,005$ ), lo que indica que existen diferencias entre las medias comparadas (Tabla II) y, estos resultados permiten establecer que la media de filtración del tratamiento con grabado es menor que sin grabado.

## DISCUSIÓN

La técnica de cementación, que es una técnica que requiere mucho tiempo y es un procedimiento altamente sensible, es la clave para un éxito a largo plazo en las restauraciones indirectas. (17) La integridad marginal y la capacidad de sellado de la cementación contribuye al éxito clínico. (26) Sin embargo, incluso considerando la intensa búsqueda en mecanismos de unión entre la resina compuesta y el sustrato dental, la falla clínica debido a la interrupción de la interfase de unión es aún frecuente. (56)

La principal meta de la adhesión de los materiales restauradores al tejido dentario es lograr una adhesión fuerte, duradera y un sellado impermeable. Una alta fuerza de adhesión y sellado marginal que impida la microfiltración en la interfase resina compuesta-dentina son requeridas para el éxito clínico de las restauraciones. (57)

Al analizar los resultados del estudio se observa que ninguna de las dos técnicas utilizadas con el cemento seT, tanto con grabado ácido previo, como sin grabado ácido previo, logra un sellado de la interfase que impida la microfiltración en su totalidad. Sin embargo, aquellas restauraciones cementadas luego del grabado ácido de la superficie con ácido fosfórico,

presentaron un porcentaje significativamente menor de infiltración marginal que aquellas que se cementaron siguiendo las instrucciones del fabricante. En promedio el grado de infiltración utilizando grabado ácido previo es un 50% menor al grado de infiltración cuando no se utiliza.

Los resultados de Kihn y cols. (2004) indican que incluso bajo condiciones ideales, esto es, con la preparación cavitaria in vitro, acondicionamiento y material restaurador, todas las restauraciones se filtran. Sin embargo, la ubicación de la preparación cavitaria y el uso de un agente acondicionador dentinario claramente afectan la filtración. Las cavidades clase V que se extienden hasta el cemento exhiben una mayor filtración que aquellas preparadas sólo en esmalte. El uso de un agente acondicionador disminuye la filtración en mayor medida en las preparaciones ubicadas en esmalte que las ubicadas en esmalte/cemento. La causa exacta de estas diferencias no han sido identificadas, pero se podría deber a diferencias anatómicas o por diferencias en la dentina debajo del esmalte y cemento. (16)

El sellado dentinario logrado por el agente de unión es posiblemente el factor más importante en filtración post-restauración. (16)

Según Frankenberger y cols. (2008), los sistemas de cementación con la técnica de grabado y lavado representan una mejor opción para lograr buena adaptación marginal al esmalte en cementación de inlays de cerámica. Para márgenes en dentina, los adhesivos autograbantes y los cementos autograbantes como RelyX Unicem también ofrecen la posibilidad de un buen sellado de los márgenes proximales. Uno de los resultados esenciales en el trabajo realizado por Frankenberger y cols. (2008), que obtuvo resultados similares a nuestro estudio, es que el tratamiento previo con ácido fosfórico del esmalte resultó en valores más altos de fuerza de unión comparado con los autograbantes, generando una menor infiltración marginal en aquellas piezas dentarias que se les realizó un acondicionamiento previo. Al igual que el presente estudio, los resultados son estadísticamente significativos. (58)

El cemento RelyX Unicem debería ser siempre aplicado con alguna presión, para asegurar que la relativa alta viscosidad del cemento adapte íntimamente a la pared de la cavidad. (38) Entonces, se podría deducir que todo cemento con relativa alta viscosidad debería ser aplicado con cierta presión, para que este penetre de forma correcta en toda la superficie, y así evitar la presencia de brechas durante el proceso de cementación.

El cemento RelyX Unicem sólo interactúa superficialmente con la dentina y el esmalte, debido a su alta viscosidad y al tiempo limitado de penetración e interacción. Aunque este cemento es autograbante, la mejor efectividad de la unión con RelyX Unicem fue obtenida con el previo grabado ácido del esmalte. (38) Estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos en nuestro estudio, ya que los mejores resultados para el cemento seT, cemento autoadhesivo y autograbante, al igual que RelyX Unicem, se obtuvieron con el grabado ácido previo de la superficie a restaurar. Esto se puede atribuir a que el cemento podría actuar sólo superficialmente con los tejidos dentarios y realizando la técnica de grabado ácido previo se generaría una mayor superficie capaz de interactuar con el cemento.

En el trabajo realizado por Hikita y cols. (2007), RelyX Unicem mostró fallas en la adhesión en la interfase esmalte-cemento. La limitada retención micromecánica podría ser la responsable de la relativa baja fuerza de unión medida en el esmalte en este estudio. Es más, el grabado con ácido fosfórico del esmalte previo a la aplicación del cemento aumentó significativamente la fuerza de unión al esmalte. También el tratamiento previo del esmalte con un fuerte adhesivo autograbante aumentó la fuerza de unión, pero no significativamente. (6)

El grabado ácido previo a la aplicación de RelyX Unicem fue perjudicial para la unión efectiva a dentina. Esto sería debido a la inadecuada infiltración de la malla gruesa y compacta de colágeno (expuesta mediante el ácido fosfórico) por parte del cemento viscoso. La aplicación de RelyX Unicem sin tratamiento previo (como es recomendado por el fabricante) da una mayor fuerza de unión a la dentina. (6)

Como ha sido demostrado por Buonocore (1955) la unión a esmalte requiere solamente de un paso de grabado ácido seguido por la aplicación de una resina fluida, sin la necesidad de un primer intermediario. (59) En general los procedimientos de autograbado han resultado en una efectividad de unión mucho menor. Debido a la interacción superficial de los adhesivos autograbantes con el esmalte y, por tanto, su menor potencial de bloqueo micromecánico que el tratamiento con ácido fosfórico, se puede hipotetizar que la capacidad de adición química de unión a la hidroxiapatita contribuye a la efectividad de unión de los adhesivos autograbantes. (47) Se debería investigar con mayor profundidad sobre los mecanismos de adhesión que posee el cemento seT, para observar si la efectividad de unión se debe a la capacidad de éste de unión a la hidroxiapatita o debido a otro mecanismo.

Los mejores resultados obtenidos en el grupo con tratamiento previo con ácido fosfórico se podrían deber a que el grabado ácido es un procedimiento que cambia las condiciones del sustrato, porque elimina el contenido mineral de la dentina y deja expuesta la capa de colágeno, para permitir una mejor adhesión al sustrato. En el sustrato grabado, la resina penetra y forma la capa híbrida o zona de interdifusión. El acondicionamiento de la dentina con ácido fosfórico al 37% remueve el barro dentinario y abre los túbulos dentinarios. (60)

El grabado selectivo del esmalte con ácido fosfórico resulta en una mejora de la adaptación marginal, pero no tiene influencia en el rendimiento clínico total de las restauraciones clase V. (61) Esto nos puede llevar a pensar que el grabado ácido realizado en cavidades clase V en nuestro estudio mejora el grado de infiltración marginal, pero se debería evaluar su rendimiento clínico total, para ver si esta diferencia significativa observada influye en su rendimiento general.

Del trabajo de Heintze y cols. (2007), se pueden desprender ciertas conclusiones, tales como, que incluso si las restauraciones son hechas por profesionales con basta experiencia, siempre mostrarán imperfecciones marginales o brechas. Y según este estudio se genera una inexistencia de

correlación entre las pruebas in Vitro, con las in vivo, ya que las pruebas in vivo son difíciles de estandarizar y validar, además de que muchos factores pueden influenciar el resultado de la prueba y algunos de ellos son difíciles de controlar. (15) Es por esto, que los resultados obtenidos en este estudio pueden servir de guía para la utilización de estos materiales, pero el comportamiento in vitro no es el mismo que ocurriría in vivo, ya que in vivo tenemos ciertos factores (saliva, ubicación pieza dentaria, etc.) que no tenemos en las pruebas in vitro.

La obtención de un sellado perfecto en la interfase material-diente siempre será una de las metas de la odontología restauradora, para prevenir la microfiltración. (37) La mayoría de los materiales no cierran perfectamente la interfase, pero si se puede mejorar este sellado mediante algunas técnicas, tales como el grabado ácido previo al proceso de cementación.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir lo siguiente:

- Ninguno de los dos grupos estudiados, tanto siguiendo las indicaciones del fabricante, como los con grabado ácido previo, logró eliminar totalmente la microfiltración.
- Las restauraciones indirectas cementadas con el cemento seT con grabado ácido previo de la superficie, presentaron un menor porcentaje de infiltración marginal (50% menor que las restauraciones indirectas cementadas sin grabado ácido).
- Las diferencias numéricas en el grado de infiltración marginal entre ambos grupos fueron estadísticamente significativas. Por lo tanto, según los resultados obtenidos en el presente trabajo se confirma la hipótesis planteada “Existen diferencias significativas en el grado de infiltración marginal en restauraciones indirectas realizadas con y sin técnica de grabado ácido previo, cementadas con cemento de resina autoadhesivo seT®, SDI”.

## SUGERENCIAS

- Realizar otros estudios in Vitro de infiltración marginal y de otras propiedades de este cemento, ya que en la literatura no se encuentran estudios sobre el cemento seT, y además comparar las propiedades de éste con otros cementos autoadhesivos y autograbantes.
- Realizar otros estudios in Vitro de infiltración marginal con y sin grabado ácido previo, pero diferenciando esmalte de dentina.
- Realizar estudios in vivo del comportamiento de restauraciones indirectas cementadas con el cemento seT y compararlos con los resultados obtenidos in Vitro.

## RESUMEN

Se realizó un estudio comparativo *invitro*, para evaluar el grado de infiltración marginal en restauraciones indirectas de resina compuesta realizadas con y sin técnica de grabado ácido previo, cementadas con cemento de resina autoadhesivo seT.

Para ello se utilizaron 30 molares sanos, a los que se le realizaron dos cavidades clase V, en las cuales un grupo de cavidades fue sometido a grabado ácido previo a la cementación de restauraciones indirectas de resina compuesta con cemento seT (cara palatina/lingual de los 30 molares), y el otro grupo las restauraciones fueron cementadas sin grabado ácido previo (cara vestibular de los mismos 30 molares).

Ya cementadas las restauraciones, los molares fueron sometidos a un proceso de termociclado con la utilización de azul de metileno como método de tinción. Luego se midió el grado de infiltración marginal obtenido de acuerdo al porcentaje de penetración de la tinción en la interfase diente-restauración.

Los datos de las variables en estudio fueron sometidos a las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. Los dos grupos estudiados fueron comparados entre sí mediante la prueba paramétrica de t-student para dos poblaciones independientes, para verificar si existían diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

Finalmente, se concluyó que aunque ambos grupos estudiados no lograron eliminar totalmente la microfiltración, sí existen diferencias altamente significativas ( $p < 0,005$ ) entre ambos grupos. Las restauraciones indirectas cementadas con el cemento seT con grabado ácido previo de la superficie presentaron un menor porcentaje de infiltración marginal, comparadas con las restauraciones cementadas sin realizar grabado ácido previo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **BADER M., VILLALOBOS J.** *Introducción a los Biomateriales. En Bader M. y cols. Texto de Biomateriales Odontológicos, Tomo I: Propiedades Generales, 1ª Edición, Facultad de Odontología. Universidad de Chile, 1996. Pp. 6-15, 49-62. Cap. I, IV, VI.*
2. **URZÚA I., STANKE F., MARINÉ A.** *“Tratamiento de la caries como enfermedad infectocontagiosa: Estudio preliminar”.* *Rev. Dent. Chile.* 87(3): 25-29, Noviembre 1996.
3. **DEL VILLAR, M.** *“Evaluación in vitro de la microfiltración marginal de un cemento de resina de fotopolimerización bajo restauraciones estéticas indirectas utilizando adhesivos de fotopolimerización y dual”.* Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista. 2004.
4. **ATTAR N, TAM LE, MCCOMB D.** *Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents.* *J Prosthet Dent.* 2003; 89(2):127-34.
5. **GOES, MF.** *Cementos resinosos. En Chain y Baratieri. Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores. 1ª Edición. Editorial Artes Médicas. Sao Paulo. 2001. Pp. 169-175.*
6. **HIKITA K, VAN MEERBEEK B, DE MUNCK J, IKEDA T, VAN LANDUYT K, MAIDA T, LAMBRECHTS P, PEUMANS M.** *Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin.* *Dental Materials.* 2007; 23(1):71-80.

7. **BEHR M, ROSENTRITT M, REGNET T, LANG R, HANDEL G.** *Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried systems. Dent Mater. 2004; 20(2):191-7. .*
8. **ROSENSTIEL SF, LAND MF, CRISPIN BJ.** *Dental luting agents: A review of the current literature. J Prosthet Dent. 1998;80(3):280-301.*
9. **Resultados del Ensayo, SDI.** *Newcastle University, Reino Unido. Febrero 2007.*
10. **FEJERSKOV, O.** *Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. Caries Res. 2004 May-Jun; 38(3):182-91.*
11. **BALBONTÍN J, BADER M, ASTORGA C, EHRMANTRAUT M.** *Analysis of the dentin restoration interphase in obturation with Ariston pHc. Rev. Fac. Odontol. Univ. Chile. 2002; 20(1):9-20.*
12. **ROBERT G, CRAIG WJ, O'BRIEN.** *Materiales Dentales: Propiedades y manipulación. 6a Edición. 1996. Pp. 55,64.*
13. **DE ANDRADE OS, DE GOES MF, MONTES MA.** *Marginal adaptation and microtensile bond strength of composite indirect restorations bonded to dentin treated with adhesive and low-viscosity composite. Dent Mater. 2007; 23(3):279-87.*
14. **VAN NOORT, R.** *Introduction to dental materials, Section II. London: Mosby; 1994. p. 89–105.*

15. **HEINTZE, SD.** *Systematic reviews: I. The correlation between laboratory tests on marginal quality and bond strength. II. The correlation between marginal quality and clinical outcome. J Adhes Dent. 2007; 9 Suppl 1:77-106.*
16. **KIHN PW, SPANGANBERG PA, VON FRAUNHOFER JA.** *The role of cavity preparation and conditioning in the leakage of restorations. J Adhes Dent. 2004; 6(4):287-91.*
17. **IBARRA G, JOHNSON GH, GEURTSSEN W, VARGAS MA.** *Microleakage of porcelain veneer restorations bonded to enamel and dentin with a new self-adhesive resin-based dental cement. Dent Mater. 2007; 23(2):218-25.*
18. **WEINER, RS.** *Dental cements: a review and update. Gen Dent. 2007; 55(4):357-64.*
19. **TOMAN M, TOKSAVUL S, ARTUNÇ C, TÜRKÜN M, SCHMAGE P, NERGIZ I.** *Influence of luting agent on the microleakage of all-ceramic crowns. J Adhes Dent. 2007; 9(1):39-47.*
20. **ADA COUNCIL ON SCIENTIFIC AFFAIRS.** *Direct and indirect restorative materials. J Am Dent Assoc. 2003; 134(4):463-472.*
21. **PIWOWARCZYK A, LAUER HC, SORENSEN JA.** *Microleakage of various cementing agents for full cast crowns. Dent Mater. 2005; 21(5):445-53.*
22. **EHRMANTRAUT M., BADER M., BAEZA R.** *Generalidades sobre cementos odontológicos. En: Astorga C. y cols. Texto de Biomateriales*

*Odontológicos, Tomo I: Propiedades Generales Materiales Cerámicos, 1ª Edición, Facultad de Odontología. Universidad de Chile; 1997, pp. 39-40.*

23. **GOMEZ, JC.** *La adhesión en prostodoncia fija. En: Henostroza G. y cols. Adhesión en Odontología Restauradora. 1ª Edición. Editora Maio. Brasil. 2003. 454 p., pp. 367-369.*
24. **EL ZHAIRY AA, DE GEE AJ, MOHSEN MM, FEILZER AJ.** *Effect of conditioning time of self-etching primers on dentin bond strength of three adhesive resin cements. Dent Mater. 2005;21(2):83-93.*
25. **CARVALHO RM, PEGORARO TA, TAY FR, PEGORARO LF, SILVA NR, PASHLEY DH.** *Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilise self-etching primers to dentine. J Dent. 2004; 32(1):55-65.*
26. **ROSENTRITT M, BEHR M, LANG R, HANDEL G.** *Influence of cement type on the marginal adaptation of all-ceramic MOD inlays. Dent Mater. 2004; 20(5):463-9.*
27. **MACCHI, R.** *Restauraciones plásticas. En: Macchi y cols. Materiales Dentales. 3ª Edición. Editorial Médica Panamericana. Argentina. 2000. 384 p., pp. 129-135.*
28. **ANUSAVICE, KJ.** *Ciencia de los materiales dentales. 11ª Edición. Editorial Elsevier. España. 2004. 805 p., pp. 444-488.*

29. **BORGIA, B.** *Restauraciones Indirectas Adheridas Posteriores.* En: Henostroza G. y cols. *Adhesión en Odontología Restauradora.* 1ª Edición. Editora Maio. Brasil. 2003. 454p., pp. 332-333.
30. **EHRMANTRAUT M., BADER M., BAEZA R.** *Cemento de fosfato de zinc.* En: Astorga C. y cols. *Texto de Biomateriales Odontológicos, Tomo I: Propiedades Generales Materiales Cerámicos,* 1ª Edición, Facultad de Odontología. Universidad de Chile; 1997, pp. 63-65. .
31. **ANUSAVICE, KJ.** *Ciencia de los materiales dentales.* 10ª Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. 1998. México. 746 p., pp. 566-607.
32. **EHRMANTRAUT M., BADER M., BAEZA R.** *Cemento de poliacarboxilato.* En: Astorga C. y cols. *Texto de Biomateriales Odontológicos, Tomo I: Propiedades Generales Materiales Cerámicos,* 1ª Edición, Facultad de Odontología. Universidad de Chile; 1997, pp. 69-71. .
33. **CARRILLO, SC.** *Actualización sobre los cementos de ionómero de vidrio, 30 años (1969-1999).* Rev ADM 2000; 57(2):65-71.
34. **EHRMANTRAUT M., BADER M., BAEZA R.** *Cemento de vidrio ionómero.* En: Astorga C. y cols. *Texto de Biomateriales Odontológicos, Tomo I: Propiedades Generales Materiales Cerámicos,* 1ª Edición, Facultad de Odontología. Universidad de Chile; 1997, pp. 72-76. .

35. **SCHITTLY E, BESNAULT C, BOUTER D, RUSE ND, DEGRANGE M, ATTAL JP.** *Influence of self-etching primer preapplication on the dentin-titanium shear bond strength mediated by a resin-modified glass-ionomer cement. Int J Prosthodont. 2005; 18(2):112-6.*
36. **DE GUZMAN, A.** *Evaluación clínica de un ionómero de vidrio modificado en odontopediatría. Acta Odont Ven. 2001; Vol 39 N° 3.*
37. **DEL NERO MO, DE LA MACORRA JC.** *Sealing and dentin bond strengths of adhesive systems. Oper Dent. 1999; 24(4):194-202.*
38. **DE MUNCK J, VARGAS M, VAN LANDUYT K, HIKITA K, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B.** *Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. Dent Mater. 2004 Dec; 20(10):963-71.*
39. **HÖGLUND C Y COLS. .** *A clinical evaluation of adhesively luted ceramic inlays a two-year follow up study. Swed Dent J. 1992; 16:169-171.*
40. **GROTEN M, PRÖBSTER J.** *The influence of different cementation modes on the fracture resistance of feldspathic ceramic crowns. Int J Prosthodont. 1997; 10:169-177.*
41. **VAN DIJKEN J Y COLS.** *Fired ceramic inlays a 6 years follow up study. J Dent. 1998; 26:219-225.*

42. **VAN DIJKEN J Y COLS. .** *Clinical performance of ceramic inlays luted with resin-modified glass-ionomer and autopolimerizing resin composite cements. J Prosthet Dent.* 1999; 82:529-535.
43. **KRÄMER N Y COLS. .** *Adhesive luting of indirect restorations. Am J Dent.* 2000; 13:60D-76D.
44. **GERTH HU, DAMMASCHKE T, ZÜCHNER H, SCHÄFER E.** *Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites--a comparative study. Dent Mater.*2006; 22(10):934-41.
45. **CANTORO A, GORACCI C, PAPACCHINI F, MAZZITELLI C, FADDA GM, FERRARI M.** *Effect of pre-cure temperature on the bonding potential of self-etch and self-adhesive resin cements. Dent Mater.*2008; 24(5):577-83.
46. **GERDOLLE DA, MORTIER E, LOOS-AYAV C, JACQUOT B, PANIGHI MM.** *In vitro evaluation of microleakage of indirect composite inlays cemented with four luting agents. J Prosthet Dent.*2005; 93(6):563-70.
47. **DE MUNCK J, VAN LANDUYT K, PEUMANS M, POITEVIN A, LAMBRECHTS P, BRAEM M, VAN MEERBEEK B.** *A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. J Dent Res.* 2005; 84(2):118-32.
48. **STEENBECKER, O.** *Propiedades Superficiales. En: Steenbecker y cols. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva.*

1ª Edición. Editorial Universidad de Valparaíso. Chile. 2006. 453 p., pp. 187-188.

49. **SZEP S, LANGNER N, BAYER S, BÖRNICHEN D, SCHULZ C, GERHARDT T, SCHRIEVER A, BECKER J, HEIDEMANN D.** *Comparison of microleakage on one composite etched with phosphoric acid or a combination of phosphoric and hydrofluoric acids and bonded with several different systems. J Prosthet Dent. 2003; 89(2):161-9.*

50. **CORREA C. CONTRERAS G, BADER M.** . *“Estudio comparativo in vitro de la filtración marginal de restauraciones de amalgama con tres sistemas de adhesión diferentes”.* *Rev Fac Odont Univ Chile 2002; 20(2):9-21.*

51. **FIGUEROA K., SEGUEL B., BADER M., EHRMANTRAUT M.** *“Influencia del eugenol en la microfiltración de restauraciones de resinas compuestas”.* *Rev Fac Odont Univ Chile 2003; 21(1):52-58.*

52. **CORRAL, C.** *“Estudio comparativo in vitro del grado de sellado marginal obtenido en restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con cemento autoadhesivo y cemento con sistema adhesivo de grabado y enjuague”.* Trabajo de investigación requisito para acceder al título de cirujano dentista. *Fac Odont Univ Chile 2007.*

53. **Catalogo de productos dentales 3m ESPE, VERSION 2007, pag.33.**

54. **HAIR, JF, y otros.** *Analisis multivariante. Edit. Prentice-Hall. Madrid. 2001.*

55. **DÍAZ, VP.** *Metodología de la Investigación Científica y Bioestadística.* RIL Editores. Santiago de Chile. 2006.
56. **ELLAKWA A, CHO N, LEE IB.** *The effect of resin matrix composition on the polymerization shrinkage and rheological properties of experimental dental composites.* *Dent Mater.* 2007; 23(10):1229-35.
57. **GUZMÁN-ARMSTRONG S, ARMSTRONG SR, QIAN F.** *Relationship between nanoleakage and microtensile bond strength at the resin-dentin interface.* *Oper Dent.* 2003; 28(1):60-6.
58. **FRANKENBERGER R, LOHBAUER U, SCHAIBLE RB, NIKOLAENKO SA, NAUMANN M.** *Luting of ceramic inlays in vitro: marginal quality of self-etch and etch-and-rinse adhesives versus self-etch cements.* *Dent Mater.* 2008; 24(2):185-91.
59. **BUONOCORE, MG.** *A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces.* *J Dent Res.* 1955; 34(6):849-53.
60. **SARAC D, SARAC YS, KULUNK S, KULUNK T.** *Effect of the dentin cleansing techniques on dentin wetting and on the bond strength of a resin luting agent.* *J Prosthet Dent.* 2005; 94(4):363-9.
61. **PEUMANS M, DE MUNCK J, VAN LANDUYT K, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B.** *Five-year clinical effectiveness of a two-step self-etching adhesive.* *J Adhes Dent.* 2007; 9(1):7-10. .