



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA  
ÁREA BIOMATERIALES DENTALES**

**“ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA AL  
CIZALLAMIENTO DE RESINA COMPUESTA FLUIDA UTILIZADA COMO  
SELLANTE, APLICADA CON DISTINTOS SISTEMAS ADHESIVOS,  
CONVENCIONAL Y AUTOGRABANTE CON Y SIN GRABADO ÁCIDO PREVIO  
DEL ESMALTE”**

**VALENTINA A. MARTÍNEZ MUÑOZ**

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

**TUTOR PRINCIPAL:  
Prof. Dr. Manuel Ehrmantraut N.**

**TUTOR ASOCIADO:  
Prof. Dra. Silvia Monsalves B.**

**Santiago – Chile 2013**

*A mis padres por ser un apoyo incondicional y entregarme lo más importante de la vida...la palabra de Dios, y para mí amada hija Isidora que viene en camino.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios por darme la oportunidad de haber llegado hasta aquí y bendecirme siempre. Al Dr. Manuel Ehrmantraut por recibirme como tesista en su asignatura y brindarme las herramientas y los consejos necesarios para realizar el presente trabajo y a la Dra. Silvia Monsalves por estar siempre dispuesta a ayudarme y entregar el tiempo necesario para colaborar.

A mi familia por estar en todo momento apoyándome y porque este logro solo fue posible gracias a ellos, sufrieron mis derrotas y se alegraron por mis logros al igual que yo en este largo proceso de formación, siempre fueron mi auxilio y mi motivación para seguir día a día y no decaer en el camino. Por su increíble entrega como padres y darme todo lo que fuese necesario, tanto económica como espiritualmente, haciendo esfuerzos inigualables por lograr mi bienestar y felicidad.

Agradezco también, a mi grupo de compañeras de carrera por siempre brindarme aliento cuando lo necesitaba, por acompañarme y apoyarme hasta el día de hoy.

No puedo dejar fuera a José, quien estuvo acompañándome en este proceso y animándome a nunca rendirme, este logro también fue posible gracias a él que nunca dejó de confiar en mis capacidades.

Gracias a mi Facultad y Universidad que, aunque muchas veces tuve mis contrariedades, fue la Universidad que escogí para mi formación y no me arrepiento de ello, porque es y seguirá siendo por siempre la mejor Universidad de Chile, y me siento muy orgullosa de haber pertenecido a esta casa de estudio

## ÍNDICE

MATERIA	PÁGINA
RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	4
MARCO TEÓRICO	7
Clasificación de los Sellantes	9
Adhesión	11
Clasificación de los Adhesivos	14
HIPÓTESIS	24
OBJETIVOS	
Principal	24
Específicos	24
MATERIALES Y MÉTODOS	25
RESULTADOS	32
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	33
DISCUSIÓN	38
CONCLUSIONES	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	51

## RESUMEN

**Introducción:** La adhesión de un biomaterial odontológico a la superficie dentaria, resulta fundamental para su éxito como material de prevención o restauración de caries. Ésta propiedad puede ser afectada por factores inherentes al material, a la superficie adherente o a la técnica de aplicación <sup>(28)</sup>. En cuanto a esto último, en materiales usados como sellantes de fosas y fisuras, específicamente aquellos basados en resina compuesta, la técnica más utilizada corresponde al grabado ácido previo del esmalte y posterior aplicación del sellante, pero han surgido diferentes técnicas con la incorporación de adhesivos, buscando mejorar la adhesión <sup>(9)</sup>. El objetivo de este estudio es realizar un análisis comparativo de la capacidad de adhesión, entre tres técnicas de aplicación de una resina compuesta fluida utilizada como sellante, a través de pruebas de resistencia al cizallamiento de cada grupo en estudio.

**Materiales y Métodos:** El estudio se realizó en 69 molares sanos, a quienes se les realizó desgastes periféricos, para obtener preparaciones de dimensiones estandarizadas de 6mm de diámetro. Se dividieron en tres grupos de distintas aplicaciones de la resina compuesta fluida, usada como sellante. En el primer grupo, se procedió a grabar el esmalte con ácido, para posteriormente utilizar un adhesivo convencional, en el segundo se realizó el mismo acondicionamiento al esmalte más la aplicación de un autoadhesivo y en el último, la utilización del autoadhesivo sin el grabado ácido previo. Las muestras fueron sometidas a pruebas de resistencia al cizallamiento en la máquina de ensayo universal Tinus Olsen®, a una velocidad de 5mm por minuto hasta alcanzar la fractura en la unión esmalte-resina. Los valores se obtuvieron en Mpa y se tabularon para realizar los análisis correspondientes.

**Resultados:** La resistencia al cizallamiento promedio del grupo de “grabado ácido + adhesivo convencional” tuvo el mayor valor de 13,18 Mpa, seguido del grupo “grabado ácido + adhesivo autograbante” con un valor promedio de 10,22 y por último el grupo “adhesivo autograbante” con un valor de 10,00. Luego de procedió a realizar el análisis estadístico inferencial a través de un Test Paramétrico Anova.

**Conclusiones:** Se observó en el análisis estadístico, que existen diferencias significativas en cuanto al tipo de técnica empleada, ya que la aplicación de la resina compuesta fluida utilizada como sellante, con un grabado ácido previo y un adhesivo convencional, obtuvo los mayores valores de resistencia al cizallamiento. Por lo que se rechazó la hipótesis planteada con un valor de  $p=0,00$ .

No se pudo comprobar si el grabado ácido previo al uso del autoadhesivo mejoraba la adhesión, ya que no se encontraron diferencias estadísticas entre el grupo “grabado ácido + adhesivo autograbante” y el de “adhesivo autograbante”.

## INTRODUCCIÓN

La caries dental como una enfermedad infecciosa de carácter multifactorial, se manifiesta como un proceso dinámico que se inicia con la aparición de microporosidades y pérdida de minerales en la estructura dentaria hasta la ocurrencia de la cavitación, debido al desequilibrio fisiológico entre el tejido mineral de la superficie dental y la actividad metabólica de los acúmulos bacterianos adheridos a esta <sup>(20,33,45)</sup>.

Su incremento se ha asociado al desarrollo social y a las variaciones en los hábitos dietéticos. Su comportamiento presenta variaciones entre países, influyendo factores tales como: sistema de salud existente, cultura, hábitos de alimentación, economía y medio ambiente <sup>(9)</sup>. Es por esto que a nivel mundial ha aumentado el rol de la prevención primaria y secundaria para detener y controlar esta enfermedad <sup>(8,62)</sup>.

Los sellantes, representan una de las estrategias principales en la prevención de caries, los que se emplean, actualmente, cuando hay caries de fosas y fisuras restringida al esmalte, para dientes sanos con morfología de fosas y fisuras profundas, en pacientes quienes son evaluados por ser de alto riesgo de caries o en molares recién erupcionados <sup>(33)</sup>.

Las fosas y fisuras del esmalte, por su configuración anatómica, pueden ser un reservorio de alimentos que son utilizados como nutrientes, por una microflora cariogénica que encuentran un nicho ideal para su subsistencia. Cuando las bacterias son aisladas de sus fuentes de nutrición, no sólo hace posible que el número de microorganismos descienda con el tiempo, sino que los remanentes sean incapaces de causar una destrucción adicional del diente. Así, la caries es prevenida cuando los sellantes son puestos en dientes libres de caries. Es más, en fosas y fisuras con caries en esmalte el proceso carioso es detenido, siempre que el sellante se mantenga intacto <sup>(11,21)</sup>.

La resistencia adhesiva es uno de los requisitos más importantes que inciden en el resultado final de las restauraciones, en virtud de que con ello se podría compensar el efecto de la contracción de polimerización sobre el sellado marginal y la retención de las mismas <sup>(34)</sup>.

En la práctica dental, se ha demostrado que los sellantes basados en resina son altamente efectivos en cuanto a la resistencia adhesiva y sellado marginal, por lo que actualmente sigue siendo el material de sellado preferido, esto siempre y cuando se logre un adecuado control de la humedad del medio bucal y se sigan las indicaciones del fabricante. Aun así, no se ha dejado de lado el uso de sellantes de ionómero de vidrio, puesto que, hay situaciones donde es difícil lograr un buen control de la humedad requerido por los sellantes basados en resina, donde los de vidrio ionómero logran mejores resultados <sup>(7, 21, 55)</sup>.

En este último tiempo, se han utilizado las resinas compuestas fluidas, con óptimos resultados y obteniendo mejoras en sus propiedades mecánicas y en la resistencia a la abrasión en relación a los sellantes convencionales <sup>(16,26,56)</sup> por presentar en su composición una mayor cantidad de relleno inorgánico que éstos, lo que le confiere las características anteriormente planteadas <sup>(51,65)</sup>. Aunque el éxito de la adhesión también dependerá de la técnica empleada para su aplicación al esmalte.

La técnica convencional para la colocación de los selladores consiste en el grabado del esmalte, que puede obtenerse a través de la acción desmineralizante de un ácido. El grabado ácido consiste en crear microporosidades en el esmalte, producto de la desmineralización ácida de las estructuras inorgánicas de éste, generando así una superficie receptiva favoreciendo la retención, debido a que la energía superficial del esmalte aumenta significativamente <sup>(7)</sup>.



El agente acondicionador del esmalte que se utiliza es el ácido ortofosfórico en concentraciones que oscilan entre un 35% a un 40%.<sup>(30)</sup> El ácido logra disolver y penetrar las zonas inter o intraprismáticas, de manera que crea un área socavada, originando patrones de desmineralización característicos en esmalte <sup>(23,53)</sup>.

El área de grabado debe extenderse más allá del área prevista para la aplicación del sellante, para asegurar una adherencia eficiente a lo largo de los márgenes y reducir el riesgo de filtración inicial <sup>(29)</sup>.

Otra técnica sería utilizar un adhesivo autograbante, que por sus características de contener el imprimador y el ácido juntos, no requieren ser lavados o secados, dando como resultado la disminución de pasos clínicos con el ahorro de tiempo y disminución de errores en el proceso <sup>(35)</sup>.

Una alternativa más reciente es la aplicación de una capa intermedia de adhesivo entre el esmalte grabado y el sellador para así mejorar la penetración del sellante hacia el interior de la zona descalcificada por el grabado ácido, con esto mejoraría el sellado marginal y su retención, sin embargo son pocos los estudios que han indagado tal efectividad en la resistencia al cizallamiento <sup>(2,30,46)</sup>.

La resistencia al cizallamiento, es una propiedad mecánica, que se utiliza para medir la eficacia adhesiva de un material restaurador a la pieza dentaria. El cizallamiento corresponde a fuerzas de sentido contrario, pero que no actúan en la misma dirección, sino en direcciones próximas y paralelas. Lo que esta carga produce es un desplazamiento de un sector del cuerpo con respecto al otro, es decir, un corte <sup>(8,58)</sup>.

Este trabajo busca dilucidar, que tipo de técnica adhesiva es más efectiva en relación a la resistencia al cizallamiento en la adhesión de sellantes de resina fluida, adheridos a la superficie oclusal de molares. Utilizando como parámetros para este estudio la técnica adhesiva convencional, la técnica de autograbado y una modificación de ambas técnicas en donde se utilizará el grabado ácido convencional junto con un adhesivo de autograbado, para posteriormente utilizar como sellante una resina fluida.

## MARCO TEÓRICO

Una de las enfermedades bucodentales más prevalentes a nivel mundial y en nuestro país, corresponde a la caries dental <sup>(8,61)</sup>. Esta enfermedad es un proceso dinámico que tiene lugar en los depósitos microbianos que se localizan en la superficie de los dientes, provocando un desequilibrio en el proceso metabólico fisiológico del *biofilm* debido a la interacción de múltiples factores determinantes <sup>(18)</sup>.

El *biofilm* depositado sobre la superficie de los dientes, produce un cambio de pH de la interfase, producto de los residuos metabólicos, cuando se alcanza el pH crítico se genera una pérdida de minerales desde el diente, esto es la desmineralización, y cuando este pH aumenta se estabiliza el medio y se produce la ganancia de minerales o la remineralización. El resultado de estos procesos acumulativos en el tiempo puede determinar una pérdida neta de minerales, generando la formación de la lesión de caries <sup>(9,62)</sup>.

La formación de la placa bacteriana es siempre continua y metabólicamente activa, por lo que el proceso de caries es considerado un fenómeno natural. Es por esto, que el proceso debe ser controlado para la prevención del desarrollo de lesiones cariosas <sup>(33,44)</sup>.

La Odontología actual tiene un enfoque de prevención integral <sup>(3)</sup>. La caries puede ser controlada con medidas preventivas relativamente simples, de probada eficacia y de fácil aplicación como son: educación sanitaria, control mecánico de la placa bacteriana mediante el cepillado dental y el uso de la seda, aplicación de selladores de fosas y fisuras, administración de flúor por vía sistémica y tópica, control de la dieta evitando el exceso de hidratos de carbono fermentables y revisión periódica por el odontólogo <sup>(11,54)</sup>.

Estudios epidemiológicos muestran que la prevalencia de la caries dental en la mayoría de los países desarrollados ha disminuido en las última décadas, sin embargo, las lesiones de caries en fosas y fisuras, han respondido de peor

manera a los métodos de prevención, respecto a los usados en lesiones de caries en áreas proximales y en superficies lisas, debido principalmente a que el flúor tiene una menor acción en las zonas oclusales de las piezas dentales posteriores <sup>(10,33)</sup>.

Las fosas y fisuras corresponden a hendiduras en la anatomía oclusal de piezas dentarias posteriores. Estas no son fallas del esmalte, sino parte de su conformación natural. Las fosas y fisuras son en su mayoría profundas y finas esto favorece la retención de placa bacteriana por ser una zona de difícil acceso para la higiene y donde la acción del flúor es menos efectiva, por la dificultad de la saliva de acceder a ellos. Estos surcos pueden tener distintas formas tales como U, V, Y o T invertida además de presentar cambios de dimensión a medida que ésta se hace más profunda, observándose que en su trayecto puede afinarse y ensancharse <sup>(19,31,54)</sup>.

El diámetro promedio de las fisuras del esmalte dentario en su parte profunda es de 25 a 50  $\mu\text{m}$ , la cual influye en su capacidad de retener placa, ofrecer resistencia a los agentes de higiene bucal y en su susceptibilidad de contribuir al desarrollo de caries <sup>(30)</sup>. La desmineralización del esmalte sigue la dirección de los prismas, asumiendo la forma de un cono con la base hacia la unión amelo-dentinario.

La exploración de la fosa y fisura, debe ser con el diente limpio y seco. Se debe confirmar el estado del esmalte, si esta duro y coalescente significa que está sano, si esta duro y no coalescente se recomienda el uso de un sellante, o si esta reblandecido significa que hay caries <sup>(42)</sup>. No ésta indicado el uso de sellantes cuando la caries ha sobrepasado el espesor del esmalte, o cuando las fosas y fisuras sean de poca profundidad y estén indemnes <sup>(11)</sup>. Se deben evaluar también los factores de riesgo individuales, es decir, la historia de caries, la dieta y la higiene del paciente, ver si se puede agregar otros medios de prevención, como el flúor y clorhexidina, y realizar controles clínicos y

radiográficos más frecuentes, después de todo esto se puede tomar la decisión de obturar o sellar.

Un sellante es un material que se coloca principalmente en las fosas y fisuras de los dientes con el fin de prevenir el desarrollo y detener la progresión de la caries inicial <sup>(27,48)</sup>. Las características que debe tener un material sellador son: biotolerancia del material en el medio bucal, que sea de fácil manipulación, tener un tiempo de fraguado o polimerización que permita un manejo cómodo, capacidad de retención en el esmalte, buena penetración en el surco, estabilidad dimensional y deseable acción cariostática <sup>(11,55,57)</sup>. El sellante debe poseer una consistencia fluida para penetrar en la fisura y quedar depositada dentro de ella, donde finalmente cambie a un estado sólido, para lograr esto el líquido debe estar constituido por moléculas que sean capaces de polimerizar (monómeros). Para poder generar la reacción de polimerización es necesario que el líquido en su composición, incluya una sustancia capaz de iniciarla, un iniciador que actúe sobre el monómero. El iniciador, a su vez, necesita de otro elemento que le otorgue la energía para poder iniciar la reacción, éste corresponde al activador <sup>(29)</sup>.

## **1. Clasificación de biomateriales utilizados como sellantes**

Dentro de las presentaciones de tipos de selladores de fosas y fisuras podemos encontrar:

### **1.1. Según su polimerización**

- Los que actúan a través de una reacción química, a partir del momento que se mezclan la base y el catalizador, estos son los autopolimerizables, autocurables o de activación química. <sup>(11)</sup>
- Los que necesitan de un dispositivo generador de luz para poder ser polimerizados; son los fotopolimerizables, fotocurables o de actuación lumínica. <sup>(29)</sup>

### **1.2. Según su composición química**

#### **1.2.1. En base a vidrio ionómero.**

Estos sellantes han evolucionado de los cementos de vidrios ionómeros, en su composición poseen vidrio con calcio, aluminio, sílice y fluoruro. Su característica más relevante es que uno de los productos del fraguado de sus componentes es el flúor, el cual se libera por tiempos prolongados, lo que favorece el intercambio de iones en el esmalte y con esto, la remineralización <sup>(25,66)</sup>. Otra propiedad es su tolerancia a la humedad ya que su medio de reacción es basado en agua <sup>(32)</sup>. Este puede ser usado tanto en situaciones donde el control de la humedad posiblemente sea menor que la óptima, como en casos de piezas dentarias de difícil acceso y aislamiento o en niños pequeños, cuando los dientes sensibles a la caries acaban de erupcionar. Dentro de sus desventajas en relación a los sellantes es base a resina es su solubilidad, su largo tiempo de fraguado y la baja resistencia mecánica lo que le impide ser utilizado en zonas de alta exigencia mecánica.

### 1.2.2. En base a resina compuesta

Son los sellantes de primera elección en cuantos a su capacidad de retención y adaptación marginal <sup>(25,27)</sup>, posee las características propias de una resina compuesta <sup>(66)</sup>, estas contienen una mezcla de partículas inorgánicas duras unidas por una matriz resinosa suave, se componen básicamente de tres fases:

- **Fase orgánica:** Está compuesta principalmente por un sistema de monómeros bisfenol glicidil metacrilato (Bis- GMA)/ dimetacrilato de tetraetilenglicol (TEGDMA), o la asociación Bis-GMA / dimetacrilato de uretano (UEDMA) / TEGDMA. El BIS-GMA o molécula de Bowen , que corresponde a un comonomero integrado por una resina epóxica y una resina vinílica, es la encargada de mantener la cohesión de los materiales una vez polimerizados, es muy viscosa, por esto, se le adiciona monómeros diluyentes como el TEGMA, que disminuyen la viscosidad y aumentan el grado de polimerización de la resina compuesta.<sup>(24,30)</sup>
- **Relleno inorgánico:** Compuesto por partículas inorgánicas que se agregan en forma dispersa a la matriz resinosa con el objeto de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas <sup>(24,49)</sup>. Actualmente se ocupan rellenos de vidrios derivados de: sílice, bario, estroncio, entre otros. En los sellantes el porcentaje de relleno es menor que en las resinas utilizadas para restauraciones.
- **Agente de unión:** Con el objetivo de unir al monómero con el relleno que son de naturaleza química diferente, se utilizó un agente de acoplamiento derivado del vinil silano. Esta es una molécula bifuncional, tiene grupos silanos y grupos vinílicos, por lo que podrá reaccionar con elementos inorgánicos por un lado y con los orgánicos por el otro. <sup>(49,56)</sup>

Se ha sugerido el uso de resinas compuestas fluidas, como material sellador <sup>(26,56)</sup>. Estas aparecen a fines del año 1966 y son el resultado de la dilución de una resina compuesta restauradora, con menor contenido inorgánico

lo que les confiere mayor flexibilidad, menor viscosidad y mejor pulido comparándolas con las resinas compuestas convencionales <sup>(24,25,50)</sup>. La cantidad de relleno inorgánico que poseen estas resinas fluidas, generalmente oscila entre un 51% a 65% en peso y de 36% a 50% en volumen, con un tamaño promedio de partículas de 0,7 a 1.5  $\mu\text{m}$  <sup>(30)</sup> confiriéndole así un bajo módulo de elasticidad y mayor flexibilidad.

Por su considerable fluidez, obliga a trabajarlas clínicamente en capas de poco grosor adaptándose con suma facilidad a las paredes cavitarias (se autoadaptan en merced de su consistencia). El hecho de aplicarlas en pequeñas capas y su bajo módulo de elasticidad (8.000 Mpa aprox) hace que disipen la tensión producida por la contracción de endurecimiento, lo que facilita la obtención de una adecuada adaptación marginal <sup>(5,29)</sup>. Estas características le permiten ser aplicadas clínicamente como: liner cavitario en combinación con restauraciones de resina compuesta, restauración en caso de abfracción cervical, en pequeños defectos estructurales y como sellantes de fosas y fisuras <sup>(10,24)</sup>.

La resina compuesta fluida usada como material sellador, generalmente viene empacada en jeringas para una aplicación directa sobre las fosas y fisuras.

Debido a la mayor carga de relleno inorgánico y viscosidad en comparación con los sellantes convencionales, presentan mejoras en sus propiedades mecánicas y en la resistencia a la abrasión <sup>(16,26,38,56)</sup> por lo que, los tags de resina que se producen en la superficie adamantina grabada, serían más resistentes. <sup>(10,30,51)</sup> Es más, este material utilizado junto a un sistema adhesivo, se transforma en una mezcla que se comporta como una verdadera resina compuesta, es decir, se tendría un material que resiste mecánicamente fuerzas de mayor envergadura que un sellante convencional y al aplicarlo con un adhesivo previo se lograría una pequeña dilución de la resina fluida logrando una penetración, adhesión y resistencia mecánica óptimas. <sup>(2,16,56)</sup>



El éxito de una resina compuesta utilizada como material de prevención o restauración, dependerá de varios factores entre ellos, la condición de aislamiento del campo operatorio, la profilaxis inicial de la superficie de la pieza dentaria, de la técnica de aplicación utilizada, de la viscosidad del sellador y de la capacidad de unirse o adherirse a la superficie dentaria, esto será de suma importancia al momento de generar una protección efectiva en el tiempo.

## **2. Adhesión**

La adhesión se define como toda fuerza que se opone a la separación de dos cuerpos, manteniéndolos unidos, cuando están en íntimo contacto <sup>(50,56)</sup>. Existen dos tipos de adhesión, que pueden darse por separadas o combinadas.

### **2.1. Mecánica**

Es la unión entre dos superficies dispares por medio de una trabazón entre las partes a unir, las que se mantienen en contacto en base a la penetración de una de ellas o en las irregularidades que presenta la superficie de la otra, es decir, en función de la morfología de ambas. Esta traba puede ser macromecánica como micromecánica, ambos tipos de adhesión mecánica, pueden lograrse mediante efectos de tipo <sup>(52,58)</sup>.

- Geométricos, dado por la superficie de la preparación, en la que vamos a tener microrrugosidades por el fresado en las paredes de la cavidad o a través de un grabado ácido.
- Reológicos, está dado por los cambios dimensionales que le ocurran al adhesivo o medio que vamos a utilizar entre el diente y la restauración. Existen dos mecanismos, uno que es por expansión del fraguado y otro que es por contracción de polimerización, que es lo que ocurre en la adhesión dada por los sistemas adhesivos.

- Combinación de ambos.

## 2.2. Química

Es la reacción producida al entrar en contacto dos superficies, generándose así uniones específicas, existen dos tipos:

<b>Primaria</b>	Por enlaces atómicos de tipo iónico, covalentes o metálicos.
<b>Secundaria</b>	Por enlaces moleculares débiles sin la compartición de electrones sino que por fuerzas polares que atraen moléculas como puentes de hidrógeno, Fuerzas de Van Der Waals o dipolos <sup>(4,58)</sup> .

Para que ocurra la adhesión a la estructura dentaria deben ocurrir una serie de fenómenos en la superficie adherente, estos corresponden a:

- La energía superficial, es la manifestación de energías libres en un cuerpo sólido, por ejemplo en una pieza dentaria. Es una manifestación externa de fuerzas cohesivas <sup>(29)</sup>.
- La tensión superficial, corresponde a la manifestación de energías libres de un líquido, lo cual vamos a tener con el sistema adhesivo. La tensión superficial es la manifestación interna de las fuerzas cohesivas, que trata de no perder su configuración. Es importante porque se va a aplicar un adhesivo sobre una superficie, pero este adhesivo debe tener la capacidad de mojar la superficie de manera que pueda introducirse en las microrretenciones que se han generado.

Es necesario aclarar otros conceptos que ocurren en relación a la adhesión que son: humectancia y ángulo de contacto. Si se tiene una alta tensión superficial, la capacidad de mojar la superficie será baja porque la gota tiende a mantenerse junta, tendrá un ángulo de contacto con la superficie mayor y su capacidad de mojado o humectancia de la superficie va a ser menor. Ahora, si

la capacidad de formar la gota es baja, es decir, hay baja tensión superficial, se forma un menor ángulo de contacto, la gota escurre, moja, y su humectancia será mayor. Esto es lo que se necesitará, cuando se aplique el adhesivo sobre la superficie, que tenga la capacidad de mojar y de introducirse en todas las retenciones <sup>(4,29)</sup>.

### **2.3. Componentes que forman un sistema adhesivo en odontología**

- **Acondicionador:** sustancia que desmineraliza superficialmente al esmalte dejando microporosidades y en la dentina, dejando la estructura colágena dentinaria expuesta.
- **Primer:** sus moléculas son capaces de penetrar infiltrándose por los espacios microscópicos de la malla colágena. Contiene, entre otras, una molécula bifuncional llamada 2 Hidroxi-etil-metacrilato (HEMA) que enlaza compuestos hidrofílicos e hidrofóbicos.
- **Adhesivo:** compuesto hidrofóbico resinoso generalmente a base de Bis-GMA o UEDMA que se interdigita en los sitios ocupados por el primer. Su función es conseguir una buena unión a la resina compuesta que también es hidrofóbica y por otro lado conseguir que la capa de adhesivo tenga un grosor suficiente para que nuestra interfase dentina resina soporte el estrés a que se va ver sometida ya que suelen ser más densos que los compuestos hidrofílicos <sup>(6,58)</sup>.

Estos 3 componentes se combinan de diferentes maneras, para formar en una gran variedad de presentaciones de adhesivos dentarios.

### **3. Clasificación de los adhesivos**

Existen diversas clasificaciones de los adhesivos en relación a su aparición en el mercado o de acuerdo a sus características inherentes, estas son:

### **3.1. Según orden de aparición**

#### **3.1.1. Adhesivos de primera y segunda generación**

Correspondían a adhesivos en base a fosfatos y oxalatos introducidos ente los años 1975 y 1980. El mecanismo de unión de los adhesivos de primera generación era a través de la quelación del agente adhesivo con el calcio de la dentina y el de los de segunda generación es integrar la capa de barro dentinario como sustrato para la adhesión <sup>(8,30)</sup>. Ejemplos de adhesivos de segunda generación: Scotch Bond® (3M)

#### **3.1.2. Adhesivos de tercera generación**

Surgen al final de la década de los 80 y corresponden a sistemas de doble componente un primer y adhesivo. Tuvieron mejoras significativas en cuanto a la fuerza de adhesión a la dentina de un 8 a 15 Mpa., además fueron los primeros en lograr adherencia a metales y cerámicas <sup>(8,61)</sup>. Su desventaja era que aun la unión seguía siendo de corta duración. Ejemplos de adhesivos de esta generación: Gluma® (Bayer), Scotchbond 2® (3M ESPE)

#### **3.1.3. Adhesivos de cuarta generación**

Representaron un gran avance en la odontología logrando fuerzas de unión a la dentina entre 12 y 22 Mpa, además de la disminución de la sensibilidad postoperatoria <sup>(15)</sup>. Su presentación es en sistema multibotella que es en tres etapas. El primero requiere del grabado de la superficie dental con ácido fosfórico seguido de un enjuague para eliminar el ácido. El segundo paso consiste en retirar el exceso de agua y aplicar un agente imprimante hidrofílico. El tercer paso consiste en la aplicación de una resina de unión la que proporcionará las características químicas necesarias para la unión del adhesivo a la estructura dentaria <sup>(8,53)</sup>. Ejemplos de adhesivos de esta generación: Scotchbond multipurpose®.

#### **3.1.4. Adhesivos de quinta generación**

Se desarrollan para disminuir el número de pasos en la imprimación dentinaria para esto se combinaron el primer y el adhesivo en un solo frasco disminuyendo así las probabilidades de errores en el proceso adhesivo. Sistema monobotella, que es en dos etapas <sup>(8,52)</sup>. Ejemplos de esta generación: One-Step® (Bisco), Stae® (SDI) Adper™ Single Bond 2 (3M)

#### **3.1.5 Adhesivos de sexta generación**

En estos adhesivos de intento eliminar el paso del grabado ácido o de integrarlo químicamente dentro de alguno de los otros pasos. Esto se obtuvo incorporando primer y ácido en una misma botella y la resina adhesiva en otra independiente. El tratamiento ácido de la dentina se autolimita y los productos del proceso se incorporan permanentemente a la interfaz restauración-diente <sup>(36,53,60)</sup>. Ejemplos de sistemas adhesivos de sexta generación: Promp-L-Pop® (3M), Clearfil SE Bond® (Kuraray)

#### **3.1.6. Adhesivos de séptima generación**

A fines del 2002 salen al mercado los adhesivos pertenecientes a esta nueva generación, se combinan el grabador, primer y adhesivo en una sola botella, es decir que se aplican en un solo paso. Son autolimitantes y con muy poca sensibilidad post operatoria <sup>(30,52)</sup>. Ejemplos de esta generación de adhesivos: Go!® (SDI), Xeno IV® (DENTSPLY Caulk), iBOND® (Heraeus Kulzer)

### **3.2. Según el sistema de activación:** <sup>(22)</sup>

#### **3.2.1. Fotopolimerizables**

La polimerización es dada por una fuente de luz que activará el inicio de la polimerización, la ventaja es que no se produce la formación de compuestos

químicos que con el tiempo puedan ocasionar cambios de color, otra ventaja es la fácil utilización ya que no requieren ser mezclados para producir la reacción, se utilizan menos frascos y menos pasos para el proceso.

### **3.2.2. Auto o Quimiopolimerizables**

Polimerización dada por una reacción química entre sus componentes sin la necesidad de un iniciador externo. Presentan el inconveniente del mezclado y sus problemas, su polimerización se efectúa al abrigo del oxígeno bajo la resina compuesta.

### **3.2.3. Duales**

Es una mezcla de ambas polimerizaciones. Sus componentes deben ir en frascos separados. Resultan muy eficaces en la adhesión de técnica indirecta.

## **3.3. Según el tipo de vehículo o solvente:** <sup>(15,22)</sup>

### **3.3.1. Acetona**

Solvente que se evapora con mucha facilidad y consigue eliminar por evaporación el exceso de agua, es el solvente ideal en condiciones de exceso de agua. Sin embargo, es incapaz de reflowar las fibras colágenas colapsadas cuando el sustrato está más seco. Es el peor solvente en situaciones de dentina seca.

### **3.3.2. Etanol**

Es un alcohol y por tanto bastante volátil, pero en menor cantidad que la acetona.

### **3.3.3. Agua**

Funciona mal en situaciones de exceso de agua, pero es el mejor en casos de dentina seca, ya que es el único que ha demostrado ser capaz de reflotar las fibras de colágeno.

Hay adhesivos que llevan mezclas de dos o tres de estos solventes y por ello cada adhesivo va a tener distinto comportamiento.

## **3.4. Según la técnica de utilización:**

### **3.4.1. Técnica adhesiva de grabado ácido**

Introducida por Buonocore en 1955<sup>(1,12)</sup>, buscaba atacar la superficie dentaria para generar que ésta sea más retentiva y con mayor energía superficial. La técnica de grabado en esmalte consistía en grabar la superficie adamantina con ácido fosfórico a una concentración de entre 30 al 40% durante 60 segundos, con lo cual se logró cambiar la morfología del esmalte obteniendo microporosidades, que incrementan de esta manera, el área total.<sup>(52)</sup> El esmalte dentario se encuentra constituido por un 96% de sales inorgánicas, un 2% de sustancia orgánica y un 2% de agua. La fracción inorgánica está representada principalmente por cristales de hidroxiapatita junto con otros elementos como magnesio, hierro, flúor, etc.<sup>(53)</sup> La matriz orgánica del esmalte es escasa y está representada por un gel sin estructura en el cual están incluidos los cristales, por lo tanto, el esmalte es un tejido constituido por cristales inorgánicos rodeados de una matriz orgánica y agua que dejan microporos para el paso de sustancias químicas. En cuanto a la disposición espacial que adoptan sus componentes, podemos decir que su unidad estructural son los prismas del esmalte que tienen la apariencia de varillas y se extienden desde el límite amelodentinario hasta la superficie externa.

El ácido genera la disolución de las estructuras inorgánicas del esmalte a través de una reacción ácido-base con los cristales de hidroxiapatita desmineralizándolos, originando patrones de desmineralización característicos en esmalte que corresponden a : <sup>(1,3,49,52)</sup>

- **Tipo 1:** Disolución del centro de los prismas manteniendo la periferia interprismática relativamente intacta.
- **Tipo 2:** Disolución preferentemente la zona interprismática dejando los centros prismáticos intactos.
- **Tipo 3:** Este incluye áreas semejando a cada uno de los otros patrones, así como regiones en las cuales el patrón de grabado aparece sin relación a la morfología de los prismas.

Los patrones de grabado tipo 1 y 2 son los que permiten una mejor retención y adhesión, estos patrones pueden darse ambos en una misma zona. El patrón tipo 3 es el de menos calidad, ya que produce una desnaturalización del colágeno y aumento en el diámetro de los microporos.

Hoy en día, la técnica adhesiva de grabado ácido ha tenido modificaciones al comprobarse que, altas concentraciones del ácido grabador, en una aplicación de 60 segundos de ácido fosfórico al 50% producía precipitados de sales como fosfato monocálcico y que concentraciones menores a 27%, generaban precipitados de fosfato dicálcico que eran difíciles de remover de la superficie y que interferían con la adhesión, <sup>(5,30)</sup> motivo por el que se aceptó el uso de ácido fosfórico al 37% de concentración, ya que se reportó que concentraciones de ácido fosfórico entre 30% y 40% lograban generar irregularidades en la superficie del esmalte sin precipitados <sup>(3,5,50)</sup>. Se demostró también que en estas concentraciones de ácido se podía disminuir el tiempo de grabado de 60 segundos a 15 segundos logrando los mismos cambios en la composición del esmalte <sup>(30)</sup>. Una vez que el ácido ha actuado durante el lapso



adecuado, debe lavarse profusamente con agua por un tiempo adecuado, por lo menos igual o bien superior al de su aplicación y con una fuerza alta para poder penetrar en los poros para remover las sales de fosfato remanentes que quedan en la superficie, las cuales pueden interferir en la adhesión <sup>(5)</sup>.

La resistencia al cizallamiento, que es una manera de medir el grado de adhesión, de adhesivos usados con resinas compuestas que son aplicados posterior a un grabado con ácido fosfórico al 37%, obtienen valores que oscilan entre 20 a 25 Mpa <sup>(12)</sup>.

En dentina, la técnica se modifica, ya que posee una composición diferente al esmalte, los cristales de hidroxapatita dentinaria tiene una distribución al azar en una matriz orgánica compuesta principalmente de colágeno, en contraste con la del esmalte que tiene una disposición más regular. Presenta túbulos dentinarios y dos tipos de dentina: dentina intertubular y dentina intratubular <sup>(15)</sup>. La principal diferencia entre ellas dos es la cantidad de mineral, la más mineralizada es la intratubular (90% de mineral), en cambio la intertubular posee aproximadamente un 30% de mineral y en ella encontramos las fibras colágenas <sup>(52)</sup>. Las diferencias de calcificación, contenidos orgánicos y cambios zonales de la dentina, se traduce en características diferentes de permeabilidad y reacción ante los agentes desmineralizantes en las distintas zonas del diente.

Además, como resultado de los procedimientos de corte manual o rotatorio, en la superficie dentaria se forma una película de componentes orgánicos, inorgánicos, agua y bacterias, denominada barro dentinario <sup>(6,28,39)</sup>, cuyo grosor varía de 0.5 a 5 µm. Este barro dentinario ocluye los túbulos dentinarios actuando como una barrera de difusión, que disminuye la permeabilidad y afecta a la unión con la dentina subyacente, además de permitir que bacterias puedan sobrevivir y multiplicarse debajo de las restauraciones <sup>(39,53)</sup>.

Fusayama en el año 1980, desarrolló la técnica de grabado ácido total que permite eliminar el barro dentinario. Ésta consiste en grabar simultáneamente el esmalte y la dentina con ácido fosfórico durante 15 a 30 segundos, lavar los residuos, secar ligeramente y aplicar una resina adhesiva. Con esto se logra desmineralizar el esmalte y provocar microrretenciones en éste para formar los tags de resina <sup>(1,50)</sup>. En dentina se logra eliminar el barro dentinario, removiendo el contenido mineral de la dentina, dejando expuesta la malla colágena dentinaria, los espacios que quedan entre las fibras colágenas que antes estaban ocupados por la fase mineral se llenan con agua. Después de esto, dejando la dentina humedecida, se aplica el primer, el cual penetra infiltrándose por estos espacios entre las fibras colágenas, gracias a que su composición química es hidrofílica. Posteriormente se aplica el adhesivo resinoso de características hidrofóbicas que se ubica donde pudo infiltrarse el primer anteriormente <sup>(50)</sup>. Una vez que primer y adhesivo han infiltrado la dentina desmineralizada y han penetrado la matriz colágena expuesta, se polimeriza por acción lumínica y se forma la llamada “capa híbrida”, esto en adhesión de cuarta generación. Ahora en los adhesivos de quinta generación, la diferencia está en que utilizan el sistema de una botella “one bottle” que contiene el imprimador y la resina adhesiva juntos y que se aplica después del grabado, en un solo paso <sup>(6,15,52)</sup>.

### **3.4.2. Técnica adhesiva de autograbado**

Posee en su formulación un *primer* adhesivo que contiene ácidos débiles que al mismo tiempo desmineraliza la estructura dental e incorpora los componentes resinosos <sup>(33,59,63)</sup>. Los *primer* de autograbado contienen ésteres de alcoholes bivalentes con ácido metacrílico, fosfórico o derivados. Todos tienen monómeros hidrofílicos ácidos y deben ser capaces de grabar y penetrar esmalte y dentina. Su mecanismo de acción no está completamente estudiado ni esclarecido, pero se ha sugerido que la porción ácida de la molécula y el

terminal fosfórico desmineralizarían la hidroxiapatita, mientras que el componente metacrilato permanece disponible para la copolimerización con el agente adhesivo y la resina compuesta <sup>(1,19,50)</sup>.

En el esmalte, la acción del autograbante se ve limitada en cuanto a su capacidad de penetración, debido a que poseen un pH más elevado en relación al ácido ortofosfórico, utilizado por los sistemas adhesivos de grabado ácido total, por lo que la resistencia adhesiva en los sistemas de autograbado podría ser afectada por diferencias en la cantidad y calidad del barro dentinario, debido a la débil acidez del autograbante <sup>(34)</sup>, junto con esto al no ser lavados, altas concentraciones de iones de calcio y fosfato solubilizados, provenientes de los cristales de hidroxiapatita tenderían a precipitar dentro del primer, esta alta concentración de calcio y fosfato podrían limitar la disolución de la apatita, autolimitando también la profundidad de desmineralización de la superficie del esmalte. Además, es muy posible que la unión de iones calcio a los terminales fosfato en las moléculas del primer contribuya a la inactivación de la parte ácida de la molécula, lo que, sumado a la evaporación del agua durante el secado, la fotopolimerización del primer y la subsecuente aplicación de los agentes adhesivos, restringirá e inhibirá el efecto autograbante de las moléculas del *primer* <sup>(1)</sup>. Conforme a esto, se han observado menores valores de resistencia adhesiva a nivel de esmalte al aplicar la técnica de autograbado, debido a la falta de acondicionamiento por la aplicación de ácidos débiles que no logran realizar un adecuado patrón de grabado <sup>(22,34)</sup>. Diversos autores consideran que en cuanto a la resistencia a la tracción la técnica convencional es la que obtiene mejores resultados tanto en esmalte intacto como en esmalte fresado, en cambio, con *primers* de autograbado, la resistencia a la tracción disminuye significativamente en esmalte intacto, ambos sistemas dan una resistencia similar y aceptable en esmalte fresado <sup>(15)</sup>.

Por lo tanto el mayor inconveniente de estos adhesivos autograbantes, de no lograr una satisfactoria unión al esmalte, podría verse mejorado con el uso de agentes imprimantes más ácidos; sin embargo aún se están realizando nuevas investigaciones que están buscando dilucidar si existirían resultados favorables con respecto a este tema <sup>(34)</sup>.

En dentina lo que se pretende es lograr la formación de una “capa de integración”, que cuyo nombre lo dice, integra el barro dentinario a la unión resina-dentina, similar a la capa híbrida pero de menos espesor, aun así se presenta más uniforme y con buena resistencia adhesiva <sup>(17,22)</sup>. La totalidad de la región desmineralizada por el *primer* autoacondicionante será cubierta por los monómeros hidrófilos y el espesor de la capa híbrida estará dado por la profundidad de desmineralización de la dentina <sup>(34)</sup>. El fundamento de este procedimiento de no retirar el barro dentinario e integrarse a través de él a la dentina subyacente mediante un procedimiento de grabado e imprimación simultánea, es que se podrían obtener resultados más eficientes, evitando así la posibilidad de una capa desmineralizada que no haya sido penetrada por el adhesivo, ya que la desmineralización de la dentina y su infiltración por parte del adhesivo se dan al mismo tiempo <sup>(1, 34, 53)</sup>.

El mayor efecto acondicionador de los autograbantes, se basa en el grado de acidez de los monómeros acídicos resinosos que lo componen, siendo más efectivos aquellos con mayor acidez <sup>(64)</sup>. Es por esto, que actualmente los autograbantes han sido mejorados al aumentar la cantidad y acidez de estos monómeros, aunque aún se corre el riesgo que estos puedan sufrir un efecto buffer por el contenido mineral de capas de barro dentinario de gran grosor. Por lo que versiones de autograbantes con monómeros de menor acidez, sumado a la presencia de capas de barro dentinario de gran espesor, podría disminuir el potencial de desmineralización y formación de la capa híbrida por no poder llegar a la dentina subsuperficial <sup>(22,34,64)</sup>.

Los autograbantes pueden clasificarse en poco agresivos, moderadamente agresivos y agresivos, basados en la capacidad que tienen de penetrar en el barro dentinario y en la profundidad con que desmineralizan la dentina subsuperficial <sup>(51,60)</sup>. Los tipos más agresivos solubilizan completamente el barro dentinario, aunque sea una capa de gran grosor, y forman capas híbridas de un grosor que se aproxima a aquellas que se forman usando una técnicas adhesivas con grabado total <sup>(28,64)</sup>. Estas últimas, en general, han sido de mayor grosor que las que se forman al usar autograbantes.

Ahora en relación a la adhesión de sellantes basados en resina compuesta, han surgido diversos métodos para su aplicación buscando mejorar la adhesión de estos al tejido dentario, debido a los problemas durante su aplicación principalmente la contaminación con saliva después del grabado ácido, que provoca la microfiltración o la pérdida del sellante. Entre ellos, está la utilización de adhesivos previo a la aplicación, donde una de las técnicas sería la utilización de una capa intermedia de adhesivo entre el esmalte grabado y el sellador <sup>(4,46)</sup>, para así mejorar la penetración del sellante hacia el interior de la zona descalcificada por el grabado ácido, con esto mejoraría el sellado marginal y su retención <sup>(30,46)</sup>.

Otra propuesta sería el uso de adhesivos autograbantes, eliminando con esto pasos clínicos que induzcan a errores que afecten la adhesión <sup>(35,50)</sup>. Pero se necesitan más investigaciones para validar estas propuestas y descubrir otros tipos de modificaciones en la técnica adhesiva que contribuyan a la retención y resistencia de los sellantes.

Para medir la resistencia adhesiva de los materiales dentales, existen varios métodos o pruebas siendo uno de ellos, el de la resistencia a la fuerza de cizallamiento, que consiste en la aplicación de dos fuerzas que tienden a cortar un cuerpo, con la característica que ambas se encuentran en un plano horizontal, paralelas a la superficie en que se encuentra apoyado el cuerpo, es

decir, sus direcciones son las mismas, y sus puntos de aplicación son en la parte central de caras opuestas, perpendiculares al plano al plano de la superficie en el cual ésta apoyado, por lo tanto el accionar de ambas fuerzas es contrapuesto y paralelo <sup>(8,58)</sup>.

Es por esto, que el presente trabajo pretende comparar la eficacia en la adhesión de sellantes de resina fluida aplicados con tres técnicas adhesivas diferentes, la técnica adhesiva convencional de grabado ácido con un adhesivo de quinta generación, una técnica de autograbado utilizando un adhesivo de séptima generación y finalmente con una técnica modificada utilizando un grabado ácido previo a colocar un autoadhesivo de séptima generación, con el objetivo de determinar si existen o no diferencias estadísticas en cuanto a los valores de resistencia al cizallamiento.

## **HIPÓTESIS OBJETIVOS**

### **HIPÓTESIS**

No existen diferencias significativas en la resistencia al cizallamiento de una Resina Compuesta Fluida utilizada como sellante, aplicada con un sistema adhesivo convencional versus un sistema adhesivo de autograbado con y sin grabado previo del esmalte.

### **OBJETIVO PRINCIPAL**

Comparar la resistencia al cizallamiento de una Resina Compuesta Fluida utilizada como sellante, aplicada con un sistema adhesivo convencional versus un sistema adhesivo autograbante con y sin grabado ácido previo del esmalte.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Medir la resistencia al cizallamiento de Resina Compuesta Fluida usada como sellador de puntos y fisuras, aplicada con un adhesivo autograbante.
2. Medir la resistencia al cizallamiento de Resina Compuesta Fluida usada como sellador de puntos y fisuras, aplicada con un adhesivo autograbante posterior a un grabado ácido adicional.
3. Medir la resistencia al cizallamiento de Resina Compuesta Fluida, usada como sellador de puntos y fisuras, aplicada con un sistema adhesivo convencional.
4. Comparar los valores de resistencia al cizallamiento de los 3 grupos de estudio.

## **MATERIALES Y MÉTODOS.**

El presente trabajo, se realizó en el Laboratorio de Biomateriales Odontológicos del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile y en el Laboratorio del IDIEM de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

### **4. Muestra**

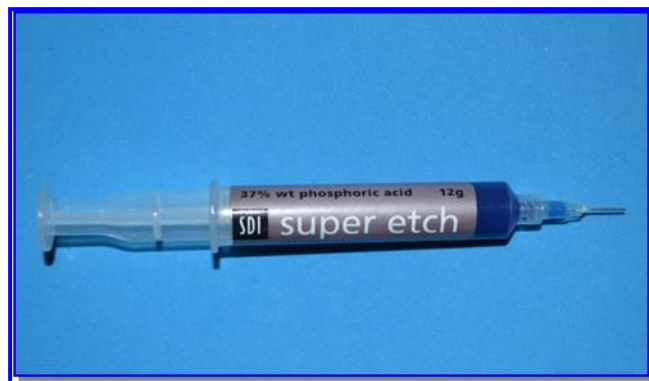
Para el estudio se utilizaron 69 terceros molares humanos sanos, extraídos recientemente y conservados en una solución de 98% de suero fisiológico con formalina al 2% en un recipiente cerrado. El tamaño de la muestra se determinó mediante el criterio de significancia estadística. Un tamaño muestral, estadísticamente significativo, es aquel que determina que una relación entre las variables no es probable que haya ocurrido al azar. El tamaño mínimo de la muestra dependerá de cuanto se desvía la distribución de la población de una distribución normal. Tamaños de muestra de 15 a 30 son aptos si la población parece tener una distribución que se acerca a la normal, con un mayor tamaño nos aseguramos que ésta sea más significativa <sup>(14,41)</sup>.

### **5. Materiales para el procedimiento:**

- 69 terceros molares recién extraídos.
- Ácido Ortofosfórico Super Etch® Gel 37%, SDI, Australia. (Foto A).
- Adhesivo Stae®, SDI Australia, adhesivo fotoactivado con acondicionamiento ácido total, perteneciente a la quinta generación de adhesivos. (Foto B).
- Adhesivo GO!®, SDI Australia. Es un adhesivo autograbante fotocurado de séptima generación contiene un 7% de rellenos hidrófilos e hidrofóbicos. (Foto C).



- Resina Fluida Wave®, SDI Australia, que es una resina compuesta de baja viscosidad, en cuya composición tiene un 44% de relleno inorgánico de vidrio de estroncio y además libera flúor. (Foto D).
- Turbina KAVO® Alemán compactorque 636 push midwest.
- Micromotor KAVO® Alemán 181 k.
- Máquina universal de ensayo Tinus Olsen®.
- Micropinceles Points® superfine (SDI, Bayswater, Victoria, Australia).
- Tela adhesiva Scotch® 845, 3M USA.
- Acrílico de autocurado Marché®, color 45
- Fresa troncocónica ISO 810 1,14 Mm.
- Curetas tipo Gracey (American Eagle Instruments®, Inc).



**Foto A.** Ácido Ortofosfórico Super Etch Gel 37%, SDI, Australia.



**Foto B.** Adhesivo Stae®, SDI Australia



**Foto C.** Adhesivo GO!®, SDI Australia.



**Foto D.** Resina Fluida Wave®, SDI Australia

## **6. Procedimiento**

### **6.1. Limpieza de las muestras**

Los molares seleccionados, fueron conservados en una solución de suero fisiológico con formalina al 2% con el fin de evitar su deshidratación durante el resto del proceso. Luego se eliminaron todos los restos de ligamento periodontal usando curetas tipo Gracey (American Eagle Instruments®, Inc.) y

fueron limpiados con agua y piedra pómez mediante escobillas de copa dura con baja velocidad.

## **6.2. Confección de Base de Acrílico**

Una vez limpios los dientes se colocaron en una base de acrílico Marché autocurable para coronas, cubriendo solo la porción radicular, dejando al descubierto la porción coronaria de la pieza dentaria. Las dimensiones de la base fueron de 1,5 de ancho por 2,5 de alto. (Foto 1 y 2)



**Foto 1.** Vista oclusal de pieza dentaria en base acrílica cubriendo solo su porción radicular



**Foto 2.** Vista lateral de pieza dentaria sumergida en acrílico de 1,5 cm de ancho x 2,5 cm de alto.

### **6.3. Preparación periférica**

Los 69 dientes en sus respectivas bases fueron separados en 3 grupos de 23 dientes cada uno. Se realizaron los desgastes coronario periférico de las piezas dentarias dejando solo una porción coronaria de 6 mm de diámetro por 3 mm de altura, siempre manteniendo la irregularidad natural de la superficie oclusal (Foto 3). Se utilizó para esto, una fresa cilíndrica de extremo redondeado, y una Turbina KAVO® modelo supertorque 660B (Foto 4), estas preparaciones fueron medidas con un calibrador de lectura digital Litz® (Alemania) cuya sensibilidad es de 0,01mm.



**Foto 3.** Se observa porción oclusal con su irregularidad natural conservada, reducción de 6mm de diámetro.



**Foto 4.** Instrumentos utilizados para la preparación periférica. Turbina y fresa troncocónica

#### 6.4. Confección de probeta para mantener el material sellador

Se envolvió cada pieza dentaria a lo largo de toda su reducción periférica con tela adhesiva, dejando 5mm de tela sobre el término de la porción oclusal dentaria, para ser rellenado después con la resina fluida y esta quede contenida en la probeta. (Foto 5, 6,7)



**Foto 5,6,7.** Vista de perfil y oclusal, se observa tela adhesiva utilizada como probeta alrededor de la reducción periférica de la pieza dentaria y el resultado final.

## **7. Técnica de colocación de los materiales según cada grupo de prueba**

### **7.1. Grupo de prueba 1**

Se procedió a grabar el esmalte oclusal con ácido ortofosfórico al 37% según el fabricante durante 20 segundos, se lavó por 40 segundos, se secó con aire de la jeringa triple, posterior a eso se aplicó el adhesivo convencional Stae® con una tórula y se removieron los excesos con un poco de aire de la jeringa triple por 2 segundos. Luego se fotopolimerizó por 10 segundos, para finalmente, aplicar el sellante de Resina Fluida Wave® <sup>(12)</sup> en incrementos de 2mm, hasta lograr una altura de 5mm fotopolimerizando cada incremento por 20 segundos (Foto 8).



**Foto 8.**

### **7.2. Grupo de prueba 2**

En este grupo se acondicionó el esmalte previamente con ácido ortofosforico al 37% durante 20 segundos, se lavó por 40 segundos y se secó con aire de la jeringa triple por 2 segundos luego se aplicó el adhesivo autograbante Go!®, se mantuvo en el lugar por 20 segundos y se secó con aire

durante 5 segundos para obtener una superficie brillante sin excesos, se fotopolimerizó por 10 segundos para luego aplicar la Resina Fluida Wave en incrementos de 2mm, hasta lograr una altura de 5mm fotopolimerizando cada incremento por 20 segundos.

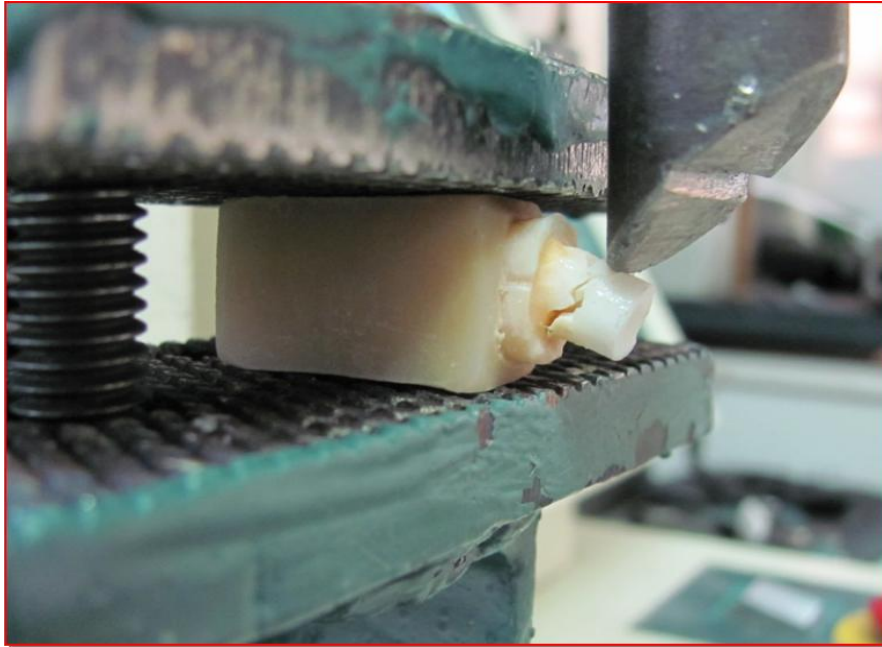
### **7.3. Grupo de prueba 3**

Adhesivo autograbante mas Resina Fluida. Se aplicó una capa de adhesivo autograbante Go y se dejó actuar por 20 segundos, luego se secó la superficie con aire durante 5 segundos para lograr una superficie brillante libre de excesos de adhesivo y se fotopolimerizó durante 10 segundos. Posterior a este procedimiento se colocó la Resina Fluida Wave en incrementos de 2mm hasta lograr una altura de 5mm y se fotopolimerizó cada incremento durante 20 segundos.

## **8. Pruebas de cizallamiento**

Los grupos fueron sometidos a pruebas de cizallamiento en una maquina universal de ensayo Tinus Olsen a una velocidad de cabezal de 5mm por minuto hasta lograr la fractura del cuerpo de prueba en el sector de la unión esmalte-resina. Los datos obtenidos fueron tabulados y expresados en Mpa (Foto 9).





**Foto 9:** Se aprecia la púa metálica de la máquina de ensayo universal Tinus Olsen, ubicada en la línea de unión esmalte- resina flow, donde se realizará la carga.

## RESULTADOS

**Tabla 1.** Valores de resistencia al cizallamiento de cada muestra expresados en Megapascales.

N° pieza	Grupo 1 (grabado ácido + adhesivo convencional + resina fluida)	Grupo 2 (grabado ácido + adhesivo autograbante + resina fluida)	Grupo 3 (adhesivo autograbante + resina fluida)
1	12,87 Mpa	14,67 Mpa	9,33 Mpa
2	15,11 Mpa	12,86 Mpa	11,31 Mpa
3	18,14 Mpa	10,58 Mpa	10,01 Mpa
4	12,03 Mpa	11,05 Mpa	11,20 Mpa
5	11,30 Mpa	11,33 Mpa	13,17 Mpa
6	15,08 Mpa	9,51 Mpa	8,07 Mpa
7	10,30 Mpa	5,66 Mpa	7,59 Mpa
8	12,20 Mpa	9,83 Mpa	10,88 Mpa
9	13,36 Mpa	7,34 Mpa	10,92 Mpa
10	9,20 Mpa	7,68 Mpa	10,90 Mpa
11	11,80 Mpa	10,47 Mpa	8,19 Mpa
12	13,70 Mpa	7,27 Mpa	10,78 Mpa
13	17,52 Mpa	10,98 Mpa	12,02 Mpa
14	11,65 Mpa	11,04 Mpa	8,06 Mpa
15	14,93 Mpa	11,64 Mpa	11,82 Mpa
16	13,70 Mpa	10,97 Mpa	5,45 Mpa
17	9,61 Mpa	9,76 Mpa	10,12 Mpa
18	9,42 Mpa	8,56 Mpa	12,29 Mpa
19	14,05 Mpa	14,42 Mpa	10,86 Mpa
20	13,52 Mpa	8,62 Mpa	10,89 Mpa
21	13,71 Mpa	11,96 Mpa	9,85 Mpa
22	14,68 Mpa	10,10 Mpa	7,65 Mpa
23	15,46 Mpa	8,98 Mpa	8,69 Mpa
<b>Promedio</b>	<b>13,18 Mpa</b>	<b>10,22 Mpa</b>	<b>10,00 Mpa</b>
<b>Desviación estándar</b>	2,37	2,18	1,85

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Los datos de las variables en estudio fueron sometidos, primeramente, a estudios de análisis estadístico descriptivo, los que permiten tener una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los tratamientos estudiados.

Los valores estadísticos descriptivos (media, mediana, varianza y desviación estándar) de la resistencia al cizallamiento, se observan en la Tabla I.

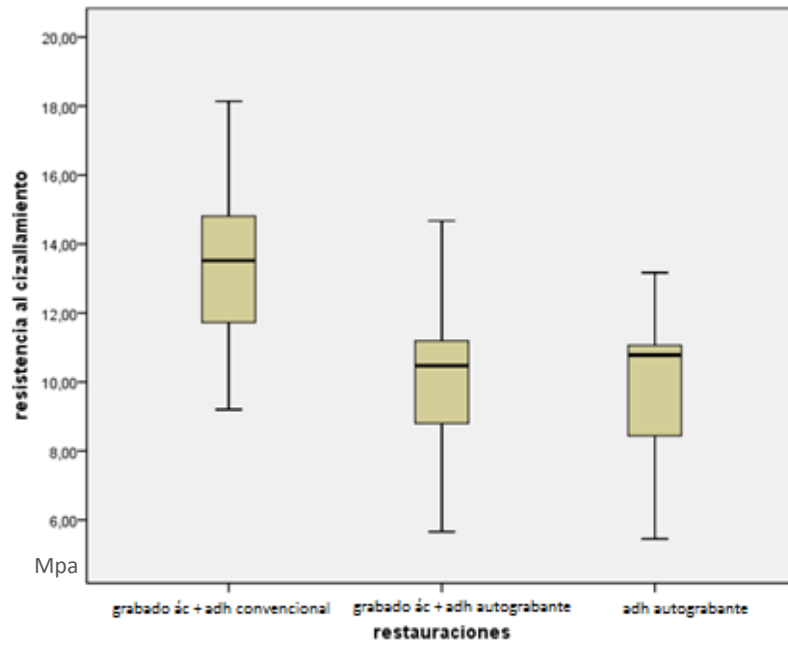
**Tabla I.**

Resultados de la estimación de los estadígrafos descriptivos de los datos en cada tratamiento estudiado.

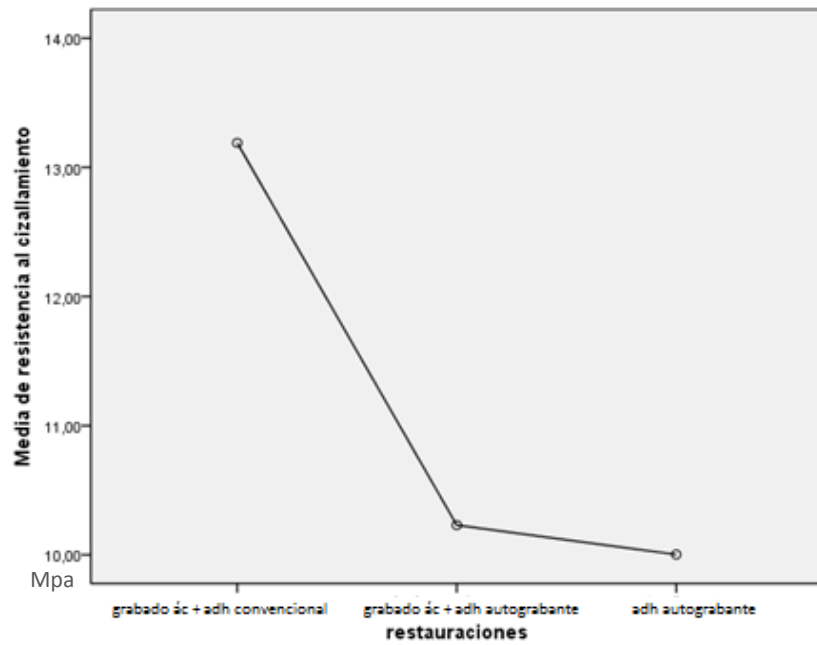
Grupos de muestra	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Grabado ac.+adh convencional	23	13,1887	2,37586	12,1613	14,2161	9,20	18,14
Grabado ac +autograbante	23	10,2296	2,18837	9,2832	11,1759	5,66	14,67
autograbante	23	10,0022	1,85144	9,2016	10,8028	5,45	13,17
Total	69	11,1401	2,57342	10,5219	11,7583	5,45	18,14

Los valores son representados en forma gráfica a través de gráficos de cajas y bigotes y de promedios. Ver gráficos 1 y 2.

**Grafico 1.**



**Gráfico 2.**



Se puede observar en los gráficos que las pruebas de resistencia al cizallamiento del grupo “grabado ácido + adhesivo convencional” presentaron mayores valores comparado con los otros dos grupos.

En segundo término, los datos fueron sometidos a las pruebas de normalidad de Shapiro Wilk, ya que el número de muestras es de 23 por grupo estudiado. (Tabla II).

**Tabla II.**

Indica que en todos los grupos estudiados el nivel de significancia es mayor a 0,05, por lo tanto se ratifica la existencia de distribución normal de los datos.

	Restauraciones	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia al cizallamiento	Grabado ác.+adh convencional	,969	23	,674
	Grabado ác. +autograbante	,978	23	,873
	Autograbante	,951	23	,301

Posterior al análisis estadístico descriptivo, se realizó análisis inferencial a través de la prueba de Anova. El nivel de significación empleado en todos los casos fue de  $\alpha = 0,05$ . Para realizar el test paramétrico inferencial ANOVA se deben cumplir una serie de requisitos:

- Que exista distribución normal de los valores de los grupos en estudio, lo que ya fue ratificado por el test anterior de prueba de normalidad.
- Que la variable independiente sea nominal, en este caso estas variables son las tres técnicas de aplicación del sellante de resina fluida.

- Que la variable dependiente sea numérica, en este caso representada por los valores de resistencia al cizallamiento.
- Por último, es necesario que exista homogeneidad de varianza de los grupos en estudio y para verificar esto se utilizó el test de homocedasticidad de Levene lo que está demostrado en la Tabla III, donde el nivel de significancia es mayor a 0,05 ratificándose la homogeneidad de varianzas necesarias para este estudio.

**Tabla III.** Prueba de homogeneidad de varianzas entre los tratamientos estudiados.

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,502	2	66	,608

Con todos estos datos y requisitos verificados, se realizó el análisis inferencial utilizando el test ANOVA. (Tabla IV) El cual muestra un nivel de significancia de 0,00, el cual es menor a 0,05, lo que indica que los grupos presentan diferencias significativas, no especificándose entre que grupos en estudio existe o no alguna diferencia.

**Tabla IV.**

Test paramétrico ANOVA

**ANOVA**

Resistencia al cizallamiento

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	145,376	2	72,688	15,732	,000
Intra-grupos	304,953	66	4,621		
Total	450,329	68			

El test de Tukey nos permite determinar si existe diferencia entre cada uno de los grupos estudiados, esto se aprecia en la Tabla V de comparación múltiple entre las medias.

**Tabla V.**

Muestra que el primer grupo en estudio “grabado ác + adh convencional ” presenta diferencias significativas con los valores obtenidos en los otros grupos Por otra parte el grupo “autograbante” no presenta diferencias significativas con el grupo “grabado ác + autograbante”.

	(I) restauraciones	(J) restauraciones	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	Grabado ac.+adh	grabadoac+autograbante	2,95913	,63386	,000	1,4393	4,4789
	convencional	Autograbante	3,18652	,63386	,000	1,6667	4,7063
	Grabado ac +autograbante	grabado ac.+adh convencional	-2,95913	,63386	,000	-4,4789	-1,4393
		Autograbante	,22739	,63386	,932	-1,2924	1,7472
	Autograbante	grabado ac +adh convencional	-3,18652	,63386	,000	-4,7063	-1,6667
		grabado ac + autograbante	-,22739	,63386	,932	-1,7472	1,2924



## DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación, se comparó la fuerza adhesiva, a través de la resistencia al cizallamiento de una resina compuesta fluida Wave® utilizada como sellante de puntos y fisuras, usando tres diferentes técnicas adhesivas de aplicación. El adhesivo convencional de quinta generación utilizado fue el adhesivo Stae® y el adhesivo autograbante de séptima generación usado fue el autoadhesivo GO!®.

Los resultados obtenidos después de realizadas las pruebas de cizallamiento, revelaron que los valores más elevados de resistencia al cizallamiento correspondían a los grupos en donde se realizó primeramente un grabado ácido de del esmalte para preparar este tejido **(Tabla 1)** lo que se puede explicar debido a las irregularidades que se generan en la superficie adamantina por la disolución ácida de sus componentes, incrementando energía superficial del esmalte y el área total de contacto para la adhesión <sup>(11,52)</sup>, permitiendo con esto, que la resina fluya y se formen los tags poliméricos que son responsables de la unión mecánica que retiene el sellante al esmalte.

Se observó que los valores de resistencia al cizallamiento más elevados fueron aquellos grupos que utilizaron un grabado ácido previo del esmalte y mejor aun cuando fue utilizado el adhesivo convencional Stae® donde se aprecia el mayor promedio de 13,18 Mpa presentando diferencias significativas con los demás grupos, seguido por el grupo de grabado ácido más autograbante GO!® cuyo promedio fue de 10,22 Mpa y finalmente el ultimo valor correspondiente al autograbante GO!® sin grabado del esmalte previo, con un valor promedio de 10,00 Mpa, no presentando diferencias significativas entre estos dos últimos. **(Tabla 1)**

En el grafico 1 y 2, queda de manifiesto las diferencias entre la utilización de un grabado acido convencional en contraste con el uso de un autoadhesivo, en donde el sistema autoadhesivo sin ningún grabado previo obtuvo los peores resultados.

Estos resultados concuerdan con los resultados de *Moura S y cols* <sup>(37)</sup> que concluyeron que el tratamiento de la superficie dentaria con ácido fosfórico se traduce en mayores valores de fuerza de adhesión, comparado con los obtenidos con sistemas de autograbado <sup>(1,34,40)</sup>. Una de las razones de esto, seria debido a que la profundidad de desmineralización depende del pH del agente acondicionador, por lo que a menor pH, mayor es la profundidad del grabado; el pH del ácido ortofosfórico es cercano a 0.5, y el de los adhesivos de autograbado que presentan monómeros acídicos, es cercano a 2 <sup>(11,40)</sup>. Es por esto, que los autograbantes al tener un pH más elevado que el ácido ortofosfórico, pueda ser insuficiente para producir un correcto patrón de grabado del esmalte, además de tener un menor tiempo de acción y generar su neutralización más rápidamente. En este caso el pH del autograbante Go! utilizado en este estudio, se clasificaría como medianamente agresivo, y estudios sugieren la utilización de un grabado ácido previo del esmalte para mejorar el patrón de grabado y aumentar la rugosidad de la superficie dentaria y mejorar el grado de adhesión <sup>(34)</sup>. Conforme a los resultados de este estudio al realizar una comparación múltiple mostró q el primer grupo en estudio “grabado ácido + adhesivo convencional” presenta diferencias significativas con los valores de los grupos “grabado ácido + adhesivo autograbante” y el grupo “adhesivo autograbante”.

Por otra parte el grupo “grabado ácido + adhesivo autograbante”, aunque obtuvo mayores valores de resistencia al cizallamiento comparado con el grupo “adhesivo autograbante”, no presentó diferencias significativas, lo que no concuerda con lo planteado en el estudio de *Gutiérrez.P y colaboradores* <sup>(22)</sup>

en cuanto a que en adhesivos autograbantes de pH alejados a la acidez del ácido ortofosfórico deberían usarse con grabado selectivo del esmalte (**Tabla V**). Esto podría explicarse debido a que dichos estudios fueron realizados en dentina, cuya composición es diferente al esmalte intacto que se utilizó para este estudio y por ende la acción del adhesivo también es distinta, además que se trabajó bajo distintas condiciones de manejo de las muestras y de las cargas aplicadas.

En este estudio realizado en esmalte intacto, se observó que la técnica de aplicación de una resina compuesta fluida utilizada como sellante con mejores resultados en cuanto a la adhesión, corresponde a la de grabado ácido del esmalte y la utilización de un adhesivo convencional en comparación a las técnicas de autograbado y sus modificaciones para mejorar su capacidad adhesiva.

En cuanto al uso de un adhesivo de autograbado, según este estudio, aunque exista un ahorro de tiempo en el procedimiento de aplicación y con esto la disminución de las posibles fallas en la manipulación del material, sus resultados no son mejores en cuanto a resistencia adhesiva que con los sistemas adhesivos de grabado y lavado. Debido a esto, para obtener una mayor adhesión se recomienda utilizar la técnica de grabado del esmalte con un adhesivo convencional procediendo siempre según fabricante, para posteriormente utilizar un material sellador cuya composición sea una resina compuesta.

## CONCLUSIONES

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

1. Los valores más elevados de resistencia al cizallamiento correspondían a los grupos en donde se realizó primeramente un grabado ácido del esmalte para preparar este tejido, presentando diferencias significativas entre el grupo de grabado ácido con adhesivo convencional y los otros dos grupos. No así entre el grupo grabado ácido con adhesivo autograbante y el grupo donde se utilizó solo el adhesivo autograbante, donde no hubo diferencias significativas.
2. La resina compuesta fluida usada como sellante de puntos y fisuras, realizadas con la técnica de grabado ácido convencional, utilizando el adhesivo Stae®, presentó en promedio un mayor valor de resistencia al cizallamiento en comparación a las otras dos técnicas, en donde se utilizó un adhesivo autograbante de séptima generación GO!® presentando diferencias significativas.
3. Finalmente y en consecuencia a los resultados obtenidos en este estudio, se rechaza la hipótesis planteada: No existen diferencias significativas en la resistencia al cizallamiento, al aplicar una Resina Compuesta Fluida usada como sellante de fosas y fisuras, con un sistema adhesivo convencional versus un sistema adhesivo de autograbado con y sin grabado previo del esmalte.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilera A, Guachalla J, Urbina G, Sierra M, Valenzuela V. Sistemas Adhesivos de Autograbado. Revista Dental de Chile. 2001; 92 (2): 23- 28
2. Albaladejo A, Montero J, Gómez de Diego R, et al. "Effect of adhesive application prior to bracket bonding with flowable composites. Angle Orthodontist. 2011; 81(4):716-20.
3. Alfaro Burgos Carola. - "Estudio comparativo in Vitro de la resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con técnica adhesiva convencional y autograbante de última generación". Tesis para optar al título de Cirujano Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, 2005.
4. Anusavice; Phillips, R.W.: Ciencia de los Materiales Dentales. Ed. ELSEVIER. 11º Ed. España; 2004.
5. Astorga C.et al."Texto de Biomateriales Odontológicos". 1ª Edición. Facultad de Odontología Universidad de Chile, 2004. Cap. IV.
6. Bahamondes V. "Análisis comparativo In Vitro de la resistencia al cizallamiento de restauraciones de resina compuesta con dos adhesivos dentinarios, aplicados en zonas de diferente orientación de los prismas del esmalte. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, 2003
7. Baratieri Luiz, et al. "Estética, restauraciones adhesivas en dientes anteriores fracturados". 2º ed. Sao Paulo, Brasil. Livraria Santos, 2004, 57-62pp

8. Barrancos J. "Operatoria Dental". 4° edición. Ed. Panamericana, 2006. Cap.18, 23.
9. Beauchamp J, et al. Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants. JADA. 2008; 139(3):257-267.
10. Behle C. "Flowable composites: properties and applications" Practical Perio. & Aesthetic Dentistry. 1998; 10(3):347-351.
11. Bezerra L. Tratado de odontopediatria. Tomo I. Caracas, Venezuela. Editorial actualidades medico odontológicas Latinoamericana; 2008. Cap 13.
12. Borges M.et al "Influence of two self-etching primer systems on enamel adhesion. Braz. Dent. J. 2007;18(2)113-118.
13. Bouillaguet S., Gysi P., Wataha J. C., et.al. "Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems" Journal of Dentistry. 2001; 29: 55-61.
14. Camacho-Sandoval J. Investigación, poblaciones y muestra. Acta Médica Costarricense. 2007; 49: 11-12.
15. Carillo C. "Dentina y adhesivos dentinarios. Conceptos actuales". ADM. 2006; 63(2) :45-51
16. Corona S, Borsatto M, Garcia L, et al, "Randomized, controlled trial comparing the retention of a flowable restorative system with a

conventional resin sealant: one-year follow up".Int J Paediatric Dent .2005;  
(1):44-50

17. Chan K, Tay FR, King NM, Imazato S, Pashley DH. "Bonding of mild selfetching primers/adhesives to dentin with thick smear layers". Am J Dent. 2003; 16:340-346
18. Cuenca E, Baca Pilar. "Odontología preventiva y comunitaria, Principios métodos y aplicaciones". 3era edición, Editorial Masson, 2005, Cap 2.
19. Erickson R, et al "Bond strength of self-etch adhesives to pre-etched enamel"  
Dent Mat. 2009; 25:1187–1194
20. Fontana M, et al. "Defining Dental Caries for 2010 and Beyond".Dental Clinics of North America, 2010;54(3): 423-40.
21. Gil M, Sáenz M, et al "Los sellantes de fosas y fisuras: Una alternativa de tratamiento preventivo o terapéutico. Revisión de la literatura". Acta odontológica venezolana. 2002; 40 (2)
22. Gutiérrez P, et al. "Estudio comparativo in vitro del ph de los sistemas adhesivos autograbantes presentes en el mercado nacional". Revista Dental de Chile. 2012; 103(2)
23. Hara A, Amaral C, Pimenta L, et al, "Shear bond strength of hydrophilic adhesive syst. to enamel" American Journal of Dentistry. 2001; 12:181-189

24. Hervás A, Martínez M, Cabanes J, et al. "Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas". *Med.oral patol.oral cir.bucal*. 2006; 11(2):215-220.
25. Hiiri A, Ahovuo-Saloranta A, Nordblad A, Mäkelä M. "Pit and fissure sealants versus fluoride varnishes for preventing dental decay in children and adolescents". *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2010, Issue 3. Art. No.: CD003067. DOI: 10.1002/14651858.CD003067.pub3
26. Jafarzadeh M, Malekafzali B, Tadayon N, Fallahi S. "Retention of a Flowable Composite Resin in Comparison to a Conventional Resin-Based Sealant: One-year Follow-up" *Journal of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*. 2010; 7(1)
27. Judit S. "Fissure sealing. A review". *Fogorvozi Szemle. Abstract*. 2008;(4):137-46
28. Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N. "Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers". *Dental Materials*.2001; 17:122-126
29. Macchi R, *Materiales Dentales, cuarta edición, Editorial Panamericana, 2004, 384 pp*
30. Mancilla G.- "Análisis comparativo in Vitro de la resistencia al cizallamiento de una resina compuesta (flow) y un sellante convencional aplicado con y sin sistema adhesivo. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista, Facultad de Odontología, Universidad Finis Terrae, 2011



31. Menezes F, Oliveira M, Miranzi B.- “Influencia de la orientación de los túbulos dentinarios en la resistencia de unión utilizando dos tipos de sistemas adhesivos. Trabajos originales”. Acta Odontológica Venezolana. 2011; 49 (1)
32. Ministerio de Salud (Chile) Guía Clínica: Salud Oral Integral para niños y niñas de 6 años. Santiago, Chile, 2009. 17-20 pp
33. Moncada G , Urzúa I. Cariología clínica bases preventivas y restauradoras. Santiago, Chile. Grant educacional de Colgate; 2008.
34. Monsalves S, Astorga C, Bader M. “ Evaluación del Grado de Adhesión a la Dentina de Dos Tipos de Adhesivos de Uso Clínico Actual.” Revista Dental de Chile. 2011; 102(1) 4-12
35. Montes S, Morales C, Yamamoto J “Valoración de la microfiltración en selladores de fosetas y fisuras empleando la técnica convencional con ácido fosfórico y un sellador con adhesivo autograble en dientes contaminados con saliva artificial. Revista Odontológica Mexicana. 2010; 14(2) 208-212
36. Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel–dentin adhesives: A systematic review. Dent Mat. 2005; 21: 895–910
37. Moura S et al. "Bond strength and morphology of enamel using self-etching adhesive systems with different acidities". J. Appl. Oral Sci. 17(4):315-325.
38. Murchison D.F, Charlton D.G.; Moore W.S. "Comparative radiopacity of

flowable resin composites" Quintessence Int. 1999;30:179-184.

39. Oliveira S, Pugach M, Hilton JF, Watanabe L, Marshall S, Marshall G. The influence of dentin smear layer on adhesion: a self etching primer vs. a total etch system. Dent Mat. 2003; 19:758-767
40. Paes C, Milori S. "Bond strength of Self-etching Primer and Total-etch Adhesive system to primary dentin". Journal of Dentistry for Children. 2004; 71:2
41. Patoral.umayor.cl. Introducción a la investigación. Unidad de autoaprendizaje. [en línea] <http://patoral.umayor.cl/intrinv/intrinv.html> [Consulta: 8 marzo 2013]
42. Patoral.umayor.cl. Flúor y sellantes. Unidad de autoaprendizaje. [en línea] [http://patoral.umayor.cl/fluor\\_sellantes/fluor\\_sellantes.html](http://patoral.umayor.cl/fluor_sellantes/fluor_sellantes.html) [Consulta: 26 febrero 2013]
43. Perdigao J., Geraldeli S.. "Bonding characteristics of self-etching adhesive to intact versus prepared enamel". J. Esthet. Restor. Dent. 2003; 15(1): 32-41.
44. Perdigão J. "New developments in dental adhesión". Dent Clin North Am. 2007; 51(2): 333-57
45. Peumans M et al " Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching" Dent Mat. 2010; 26: 1176-1184

46. Pinar A, Sepet E, Aren G, et al. Clinical performance of sealants with and without a bonding agent. Quintessence int. 2005; (5): 355-60.
47. Radovic I. "Self-adhesives resin cements: A literature review." J Adhes Dent. 2008; 10(4); 251-58
48. Reeves A, Chiappelli F, Cajulis O, " Evidence-based recommendations for the use of sealants, J Calif Dent Assoc. 2006; 34(7):540-6
49. Ribera C. Quevedo E, Bader M. "Análisis comparativo in vitro de las propiedades físicas mecánicas de dos resinas compuestas de reciente aparición v/s su antecesora".Rev. Fac. Odontología. U. de Chile.2000; 18:25-33.
50. Rincón F. Carnejo D. "Adhesivos Dentales en Odontología. Conceptos fundamentales." RAAO. 2005; 44(3)
51. Rodriguez D. Pereira N. "Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas." Acta odontol. venez [revista en la Internet]. 2008; 46(3): 381-392. Disponible en:  
*[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-63652008000300026&lng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300026&lng=es)*.
52. Rodriguez R. "Adhesión en Odontología Contemporánea I". Universidad de Valencia, España. 2004. [Artículo en la Internet] Disponible en:  
*<http://www.odontologia-online.com/publicaciones/materiales-dentales/item/adhesion-en-odontologia-contemporanea-i.html>*

53. Sandoval Valdés María Francisca. "Estudio comparativo *in vitro*, al microscopio electrónico de barrido, del efecto sobre la dentina de un sistema adhesivo con grabado ácido total y un sistema adhesivo autograbante." Tesis para optar al título de Cirujano Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, 2005.
54. Segura J. "Sensibilidad y especificidad de los métodos diagnósticos convencionales de la caries oclusal según la evidencia científica disponible". *RCOE*. 2002; 7(5): 491-501.
55. Serrano C. - "Comparación a través de pruebas de microfiltración y observaciones al MEB de la eficacia en cuanto a la adhesión de diferentes materiales usados como sellante de fosas y fisuras y la superficie de esmalte con o sin contaminación salival". Tesis para la obtención del título de Especialista en Odontología mención en Odontopediatría, Colegios de Postgrados, Universidad San Francisco de Quito, 2009.
56. Simancas Y, Camejo D, Rosales J, Vallejo E. "Comparación de la capacidad de penetración de un sellador convencional de fosas y fisuras con un sellador a base de resina fluida". *Acta odontológica venezolana*. 2005; 44(2)
57. Simonsen RJ. Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatr. Dent*. 2002; 24:393-414.
58. Steenbecker O, Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva, Editorial Universidad de Valparaíso. 2004. cap 4, 110-111 pp.

59. Swift, EJ Jr. "Dentin/enamel adhesives: review of the literature". *Pediatr. Dent.* 2002; 24(5):456-461.
60. Tay, F., Pashley, D. "Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I:Depth of penetration beyond dentin smear layers". *Dent. Mater.* 2001; 17(4):296-308.
61. Uribe-Echevarría J. Adhesión a esmalte y dentina con adhesivos poliméricos. Cap. 4, "Libro Adhesión en Odontología Restauradora", Henostroza (editor), Editora Maio, Brasil, 2003, pág. 97
62. Urzúa I, cols, "Tratamiento de las caries como enfermedad infectocontagiosa: estudio preliminar" *Revista dental de Chile.* 1996; 3 (84) 25-30
63. Valenzuela V. García D. Zamorano X. "Micromorfología de la capa híbrida de dos sistemas adhesivos. Análisis al MET" *Av Odontoestomatol.* 2012; 28(3)
64. Van Meerbeek B.et al "State of the art of self-etch adhesives" *Dent. Mat,* 2011; 27:17-28
65. Yazici A, Baseren M, Dayangac B. "The effect of flowable resin composite on microleakage in class V cavities. *Oper. Dent.* 2003; 28:42-46
66. Yengopal V, Mickenautsh S, Bezerra A, Leal S. "Caries-preventive effect of glass ionomer and resin-based fissure sealants on permanent teeth: a metaanalysis" *Journal of Oral Science.*2009; 51(3):373-382.

## Anexos

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo.....Rut:.....con domicilio en..... habiéndome sometido a la extracción de mi(s) terceros molares (muelas del juicio) dono y autorizo a Valentina Martínez, Rut: 16.531.710-6, Estudiante de Odontología de la Universidad de Chile, a la utilización de ésta(s) pieza(s) dentaria(s) con fines de estudio e investigación a cargo del docente Dr. Manuel Ehrmantraut.

Declaro que esta donación con objetivos académicos es absolutamente libre y voluntaria, no pretendiendo con esta acción obtener beneficio alguno y dejando en completa libertad de uso a la persona a cargo de la investigación.

Nombre:.....

Fecha:.....

Firma:.....

### MANDATO ESPECIAL PARA MENORES DE EDAD

Yo.....Rut:.....representando a.....consiento lo expresado más arriba.

Fecha:.....

Firma:.....