



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLÓGÍA RESTAURADORA.  
ÁREA DE BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS**

**“Estudio comparativo *in vitro* del grado de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND® utilizando la técnica de Grabado Ácido Total y de Grabado Ácido Selectivo del Esmalte.”**

**Jorge Esteban Osos Ibáñez.**

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

**TUTOR PRINCIPAL  
Prof. Dr. Marcelo Bader Mattar**

**TUTOR ASOCIADO  
Dr. Pedro Terrazas Soto**

***Santiago - Chile***

**2013**

## ÍNDICE.

<b>1. Resumen.</b>	1
<b>2. Introducción.</b>	2
<b>3. Marco Teórico.</b>	
3.1 Generalidades de las Resinas Compuestas.	4
3.2 Polimerización de las Resinas Compuestas.	6
3.3 Adhesión a Tejidos Dentarios.	
3.3.1 Esmalte.	9
3.3.2 Dentina.	12
3.3.2.1 Dificultades Adhesivas y Barro Dentinario.	13
3.3.2.2 Técnicas de Acondicionamiento de Sustrato Dentinario.	14
3.3.3 Sistemas Adhesivos y su Clasificación.	16
3.3.3.1 Adhesivos que emplean la Técnica de Grabado Ácido Total.	17
3.3.3.2 Sistemas Adhesivos que emplean la Técnica Autograbantes.	19
3.4 Modelo Adhesión- Decalcificación.	22
3.5 Ventajas y desventajas de Sistemas Adhesivos.	23
3.6 Adhesivos Universales y el XP BOND ®.	26
<b>4. Hipótesis.</b>	30
<b>5. Objetivo General.</b>	30
<b>6. Objetivos Específicos.</b>	30
<b>7. Material y Métodos.</b>	31
<b>8. Resultados.</b>	38
<b>9. Análisis de los Resultados.</b>	39
<b>10. Discusión.</b>	42
<b>11. Conclusiones.</b>	48
<b>12 Sugerencias.</b>	49
<b>13. Bibliografía.</b>	50
<b>14. Anexos</b>	

14.1 Anexo N°1 “FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO  
INFORMADO TOMA DE MUESTRAS DENTARIAS  
PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

## **RESUMEN.**

Se realizó un estudio comparativo *in vitro* con el objetivo de evaluar y comparar la microfiltración marginal que presentaron restauraciones de resina compuesta, realizadas con dos técnicas diferentes de acondicionamiento del tejido dentario y utilizando el mismo sistema adhesivo XP BOND® (Densply). En un grupo se realizaron restauraciones mediante la técnica de grabado ácido total y en el otro grupo se realizaron las obturaciones aplicando al adhesivo en su forma autograbante en dentina, mediante el acondicionamiento de grabado ácido selectivo del esmalte.

Para evidenciar la microfiltración se utilizaron 30 molares sanos incluidos, recientemente extraídos, a los cuales se les realizó dos preparaciones cavitarias estandarizadas, ubicadas en el tercio medio de la cara vestibular y palatino/lingual. Posteriormente se obturaron con una misma resina compuesta (Filtek® Z 350 XT Body A2 - 3M ESPE®), utilizando el adhesivo XP BOND®. Las preparaciones palatino/lingual fueron restauradas bajo la técnica de grabado ácido selectivo del esmalte, mientras que las cavidades vestibulares fueron restauradas empleando el grabado ácido total. Las muestras fueron sometidas al proceso de termociclado en una solución acuosa de azul de metileno al 1% durante cien ciclos, luego se realizó un corte transversal de las muestras, dividiendo a las restauraciones por la mitad, con el fin de evidenciar la microfiltración en la interfase diente-restauración. Los cortes fueron inspeccionados en el microscopio óptico para medir el grado de microfiltración del tinte empleado en la interfase diente restauración.

Los resultados obtenidos luego de realizar las mediciones fueron registrados en porcentajes, y se sometieron al análisis estadístico con el T test Student, determinándose diferencias estadísticamente significativas, de modo tal que las restauraciones que se realizaron con el adhesivo XP BOND® utilizado mediante la técnica de grabado ácido total, presentaron menor microfiltración que las restauraciones que utilizaron el mismo adhesivo empleando la técnica de grabado ácido selectivo del esmalte y autograbante en dentina.

## **INTRODUCCION**

Las patologías más prevalentes, que afectan el territorio estomatognático, son la caries dental y la enfermedad periodontal, ambas representan la principal etiología de pérdida de piezas dentarias (1,2).

Respecto a la caries dental se puede señalar que es una patología con una incidencia de aproximadamente un 94% a nivel mundial y cerca de un 98% a nivel nacional, por lo cual es considerada uno de los principales problemas de salud pública en el mundo (1), posee una etiología multifactorial y se inicia con la formación de un biofilm que se adhiere sobre las superficies dentarias, que está formado por bacterias metabólicamente activas, algunas con capacidad de fermentar hidratos de carbono, liberando como sus productos ácidos que causan una descenso del pH, luego de uno a tres minutos luego de la ingesta; si este fenómeno se repite y se sostiene en el tiempo, se genera lo que se denomina desmineralización de los tejidos duros que se encuentran en boca, proceso que es reversible, ya que la saliva restituye los minerales que se han perdido. Cuando el proceso de “auto-reparación” no se sustenta, la remineralización de los tejidos duros será inviable y el proceso de desmineralización se hará irreversible generando la lesión cariosa (3,4).

En función del grado de progresión de la lesión, profundidad, extensión y tejidos afectados entre otros, el tratamiento de la caries dental puede ser invasivo o no invasivo. Cuando un diente ha sufrido cavitación de los tejidos duros, es necesario retirar mecánicamente los tejidos deficientes para luego restaurar la pieza dentaria, y para estos fines, actualmente se cuenta con una amplia gama de biomateriales de obturación, los cuales deben ser lo más adecuado para cada tipo de restauración a realizar (1,4).

Dependiendo de la magnitud de la lesión a restaurar, se puede utilizar un procedimiento directo o indirecto. Dentro de las restauraciones directas, los primeros materiales correspondían a metales como el oro y amalgamas de plata, estas últimas extensamente usadas en las restauraciones en el sector posterior debido a su fácil manejo, bajo costo, excelente desempeño y duración clínica (3), sin embargo, los requerimientos estéticos han llevado a un aumento

en la demanda por restauraciones más naturales, desde el punto de vista de su similitud a las estructuras dentarias, apareciendo entre ellas las resinas compuestas, que corresponden a un material formado por una matriz orgánica, una fase inorgánica y una fase de acoplamiento entre ambas (4).

Cabe mencionar que una restauración de resina compuesta exitosa y satisfactoria, debe asegurar el sellado marginal y la protección biomecánica del remanente dentario. Para obtener estas dos últimas condiciones se debe generar alguna interrelación, entendida como *adhesión*, entre el composite y el sustrato dentario sobre el cual es ubicado (2).

La temática de la adhesión es la responsable de la más importante innovación producida en el ejercicio de la Odontología, tendiente a reducir el número de pasos. La progresión en la investigación ha llevado al desarrollo de los adhesivos denominados universales, los cuales pueden ser utilizados con y/o sin grabado ácido previo, ya que dentro de la misma formulación del adhesivo se incorpora un agente que acondiciona la superficie a tratar (5).

Entre estos adhesivos universales se encuentra el XP BOND® (Dentsply, E.E.U.U) denominado “Adhesivo Universal de Grabado Total”. Este sistema daría la oportunidad de contar con un adhesivo de características híbridas, debido a que presenta dentro de su formulación monómeros ácidos, por tanto podría ser utilizado independiente de la técnica de acondicionamiento empleada. Sin embargo la información entregada por el fabricante resulta ser contradictoria, debido a que por un lado, lo indica como un adhesivo universal que *debe* ser utilizado con grabado ácido total, y a su vez también lo presenta como un adhesivo autograbante en el protocolo de uso, haciendo hincapié en sus propiedades de adhesivo universal.

En virtud de lo anterior, se realizó el presente trabajo de investigación *in vitro* con el objetivo de analizar comparativamente el grado de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta, empleando el sistema XP BOND®, utilizado con dos técnicas distintas de acondicionamiento, el grabado ácido total y el grabado ácido selectivo de esmalte y autograbante en dentina, determinando si existen diferencias significativas entre ambas técnicas.

## **Marco Teorico**

La Operatoria Dental, mediante diversos procedimientos, se ocupa de la reconstrucción de los dientes afectados por enfermedades, traumatismos, defectos congénitos u otras problemáticas (1,2,6), procurando mantener y/o restaurar la forma, la función y estética, así como la integridad fisiológica del diente en relación armoniosa con la estructura dental remanente, y los tejidos blandos del sistema estomatognático (7).

La tarea de devolver la funcionalidad a un diente afectado se realiza utilizando materiales artificiales, los cuales pueden ser utilizados como restauraciones directas o indirectas. La directa es aquella en la que se trabaja el material preparando una masa plástica que se lleva a la boca del paciente y se coloca en la zona a restaurar; la indirecta es aquella en la que se da forma definitiva al material restaurador fuera de la boca del paciente (8).

Dentro de las restauraciones directas, los primeros materiales correspondían a metales como el oro y amalgamas de plata, estas últimas extensamente usadas en las restauraciones en el sector posterior debido a su fácil manejo, bajo costo, excelente desempeño y duración clínica (9), sin embargo, los requerimientos estéticos han llevado a un aumento de la demanda por restauraciones más naturales, desde el punto de vista de su similitud a las estructuras dentarias, apareciendo entre ellas las resinas compuestas.

### **Generalidades de las Resinas Compuestas.**

En el año 1962 R.L Bowen patentó su fórmula, que consiste en un nuevo tipo de molécula de alto peso molecular con potencial de ser polimerizada, que denominó bisfenolglicil metacrilato (BIS-GMA). Esta molécula es producto de la reacción del bis fenol-A y del metacrilato de glicidilo, y constituye una matriz orgánica con grandes ventajas sobre las resinas acrílicas sin relleno, pero aún con algunas deficiencias; y con el fin de contrarrestarlas, se le agregó un relleno inorgánico en forma de partículas irregulares de tamaño variable,

relleno que se une a esta matriz de BIS-GMA, mediante la utilización de un agente de acoplamiento, que originalmente fue un derivado del vinil silano (10,11).

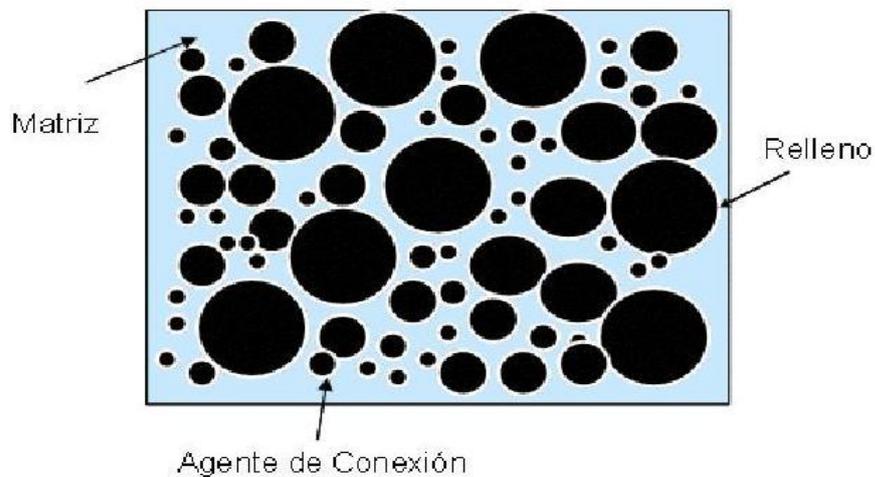
En consecuencia, en una resina compuesta intervienen tres fases una matriz orgánica, un relleno inorgánico y un agente de enlace o acoplamiento (Fig. 1), incorporando adicionalmente un sistema que induzca la polimerización (6).

*1.- Fase Continua o Matriz Orgánica:* Constituida por distintos tipos de monómeros, siendo los más usados el BIS-GMA y el UDMA (dimetacrilato de uretano), o una mezcla de ambos componentes, los cuales se comportan como el cuerpo del material resinoso. Con el fin de optimizar su manipulación, ya que resultan ser sumamente viscosos, se les agregan compuestos de bajo peso molecular y de baja viscosidad (dimetacrilatos) tales como el trietilenglicol-dimetacrilato (TEGDMA) y el etilenglicol-dimetacrilato (EDGMA). Todos estos compuestos se caracterizan por poseer en su estructura dobles enlaces entre carbonos que permiten la polimerización de la resina, conformándose enlaces cruzados entre las cadenas de la matriz, siendo responsables del fenómeno de la contracción que acompaña al proceso de polimerización (12,13).

*2.- Fase Dispersa o Fase Inorgánica:* Estas partículas de relleno inorgánico corresponden a elementos de tamaño pequeño y variable, que son adicionados a la matriz resinosa para mejorar sus propiedades mecánicas y disminuir la contracción de polimerización, disminuyendo la cantidad de monómero por unidad de volumen, comparada con la resina sin relleno. Las partículas de relleno comúnmente usadas son derivadas del cuarzo o sílice, y sus tamaños oscilan entre los 0,1  $\mu\text{m}$  y los 10  $\mu\text{m}$ . Otras partículas utilizadas como rellenos son los silicatos de litio, silicatos de aluminio, cristales de bario, estroncio o zinc, entre otros (13).

*3.- Agente de Unión o de Acoplamiento:* Es de vital importancia que exista una unión química entre las partículas de relleno y los componentes de la matriz resinosa, permitiendo que desde la matriz orgánica que es más flexible, se transfieran tensiones a las partículas de relleno, las cuales resultan ser más

rígidas, actuando de este modo como disipadores mecánicos entre la interfase relleno-resina. Comúnmente, el agente de unión más utilizado es un derivado de los silanos, como el  $\gamma$ -metacriloxipropilmetoxisilano, el cual es un compuesto orgánico metálico bifuncional, que en su estructura molecular contiene grupos silanol, los que pueden enlazar con los silanoles de las partículas de relleno, mediado por la conformación de un enlace siloxano (S-O-Si); y por otra parte contiene grupos metacrilatos, los cuales forman enlaces covalentes con la matriz orgánica cuando esta polimeriza, consiguiendo el correcto acople entre ambas fases (2,9).



**Fig. 1 Esquema Componentes de las Resinas Compuestas.**

**4.- Componentes Adicionales:** Las resinas compuestas también presentan otros componentes, tales como los inhibidores del proceso de polimerización, que prolongan la vida útil previniendo el endurecimiento del material durante su almacenamiento; activadores o iniciadores de la polimerización, que mediante la generación de radicales libres posibilitan la reacción de polimerización por adición de los monómeros de dimetacrilatos.

### ***Polimerización de las Resinas Compuestas***

El fenómeno de polimerización de las resinas compuestas, se lleva a cabo mediante reacciones químicas que ocurren entre las pequeñas moléculas o monómeros que componen la matriz, formando un polímero. Para que este proceso se lleve a cabo, los monómeros constituyentes de las resinas deben ser activados mediante un agente iniciador. El componente iniciador tiene la

propiedad de generar radicales libres en los monómeros resinosos, los cuales se vuelven altamente inestables y reactivos, posibilitando así la unión con otros monómeros (14). Al agente iniciador se le debe proporcionar la energía necesaria para catalizar el fenómeno de polimerización (2); esto puede ser mediado por mecanismos de activación química o física, siendo estos últimos los más ampliamente empleados en la actualidad.

En el proceso de polimerización, es posible diferenciar tres etapas (5):

- *Iniciación:* Como se mencionó anteriormente, las resinas compuestas directas de activación física o foto activadas se presentan en el mercado como una sola pasta, la que contiene en su formulación un receptor fotosensible, que a su vez actúa sobre un iniciador de amina alifática contenido en la formulación de la pasta resinosa. Esta interacción genera la producción de los radicales libres, los cuales finalmente permitirán la polimerización de la resina compuesta, en presencia del agente activador. Una fuente lumínica con la correcta longitud de onda que oscila entre los 420 a 480 nm (6,15) incidirá sobre el foto iniciador, de los cuales el más usado es la canforoquinona que se encuentra cercano al 0,2% de la formulación de la pasta, que una vez activada interactúa con un agente reductor, que corresponde a una amina terciaria alifática y esta última reacción genera los radicales libres, necesarios para que se inicie la reacción de polimerización (16).
- *Propagación:* Los radicales libres generados son moléculas extremadamente reactivas, que poseen un electrón libre en su región externa, el cual reacciona con las moléculas de monómero que poseen un enlace doble de carbono, dando inicio al proceso de polimerización, desencadenando una reacción en cadena, en la cual los segmentos monoméricos se entrecruzan, generando una molécula de un mayor peso molecular o polímero (17).
- *Terminación:* La reacción se detendrá cuando dos radicales complejos se encuentren próximos produciéndose el acoplamiento de las cadenas poliméricas (2).

El proceso de polimerización anteriormente descrito, involucra dos fenómenos importantes, la exotermia de la reacción y por otro lado la *contracción de polimerización*. El fenómeno de exotermia, clínicamente tiene poca significancia, debido a que son utilizadas pequeñas cantidades de material, además debe ser considerada la utilización correcta, de las técnicas de protección pulpo-dentinarias, sin embargo, la contracción del material resulta ser inherente al proceso de polimerización de la resina, debido a que se produce una reducción de la distancia intermolecular, para posibilitar una reacción entre sí; debido a este acercamiento espacial, la masa total de la resina compuesta se reduce en volumen (18). El fenómeno de contracción puede ser contrarrestado, polimerizando a la resina por pequeñas capas, reduciendo de este modo el efecto de la contracción (6).

La contracción de polimerización puede producir tensiones en la interfase diente-restauración, la cuales pueden llegar a superar la fuerza adhesiva de los composites a la estructura dental, lo cual llevará a la formación de una brecha comprometiendo la integridad del sellado marginal, lo que provoca con el tiempo, el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la brecha, proceso denominado *filtración marginal*; este fenómeno afecta la longevidad de la restauración, incidiendo en su fracaso, ya sea por sensibilidad dentaria, caries recidivante y/o patología pulpar (19,20).

Otro fenómeno importante a considerar, es la diferencia entre los coeficientes de expansión térmica del material y de la pieza dentaria, el cual puede llegar a ser cuatro veces mayor para las resinas compuestas, generando una constante percolación de líquidos a través de la interfase diente-restauración, provocando finalmente el fracaso de esta última por el compromiso del sellado marginal (9,17).

Los dos fenómenos anteriormente descritos, pueden generar fallas adhesivas, en la cual la resina compuesta se despega del sustrato dentario o fallas cohesivas en las cuales aparecen grietas en el cuerpo de la resina; si la interfase diente restauración permanece sellada, la contracción de

polimerización, puede generar el fenómeno de flexión cuspídea en cavidades Mesio-Ocluso-Distales (18,21).

En consecuencia, para que una restauración de resina compuesta pueda resultar exitosa y satisfactoria, debe asegurar el sellado marginal y la protección biomecánica del remanente dentario y para obtener estas dos últimas condiciones, se debe generar una firme interrelación, entiéndase como *adhesión*, entre la resina compuesta y el sustrato dentario sobre el cual será ubicada (3). Cabe señalar que la resina compuesta, por si sola, no posee una adhesión específica al sustrato dentario; por tanto, se han desarrollado técnicas de acondicionamiento de la estructura dentaria, denominadas técnicas de grabado o acondicionamiento ácido y por otra parte se han desarrollado sistemas adhesivos, que en su conjunto permiten la unión y adaptación del material resinoso a la pieza dentaria.

### ***Adhesión a Tejidos Dentarios - Esmalte.***

Morfológicamente el esmalte y la dentina son diferentes, por lo tanto, el fenómeno adhesivo varía entre un sustrato y otro (22,23). El esmalte dentario está constituido en un 96% de sales inorgánicas, 2% de sustancia orgánica y 2% de agua. La porción mineral inorgánica se organiza en cristales de hidroxiapatita que forman primas de 5  $\mu\text{m}$  de grosor, y se disponen desde la unión amelodentinaria hasta casi alcanzar la superficie dentaria. Cabe destacar que en la superficie el esmalte modifica su estructura volviéndose aprismático (24). Los cristales adamantinos son de naturaleza iónica, ya que la composición básica de estos últimos es en base a iones fosfatos y calcio junto a grupos hidroxilos. La naturaleza estructural caracteriza al esmalte como un sólido de alta energía superficial, siempre y cuando su superficie se encuentre libre de contaminantes, esto último es considerado una situación favorable, posibilitando la atracción de un líquido fluido y de baja viscosidad como el sistema adhesivo de las resinas compuestas (6).

Como se mencionó anteriormente, con el fin de establecer una adhesión a la estructura dentaria de un modo exitoso, ésta debe ser acondicionada previamente mediante una limpieza mecánica y una limpieza

química, con el fin de eliminar la capa de esmalte contaminado. Una correcta limpieza química se logra con soluciones acuosas de ácido fosfórico cuyas concentraciones oscilan entre el 32-40 %, las cuales suelen presentarse como líquidos, jaleas o geles, ofreciendo distinto rendimiento clínico. La técnica de grabado ácido en esmalte, logra resultados en escasos segundos, ya que junto con obtener una enorme cantidad de lugares retentivos microscópicos, aumenta el área de contacto y la energía superficial del esmalte (8), permitiendo que una resina fluida o adhesivo humedezca y penetre su superficie, para luego, al polimerizar en este sitio, conformar los denominados *tags* de resina, los cuales forman una fuerte trabazón micro mecánica y reológica con el esmalte (25). Ya Buonocore al comienzo de la revolución adhesiva, señaló que uno de los principales mecanismos adhesivos al esmalte dentario, es por medio de la formación de estos *tags* resinosos (26), siendo sus resultados predecibles y efectivos al momento de unir la resina compuesta a la estructura dentaria.

La formulación de ácido fosfórico con una concentración al 37.5% es la más utilizada en la actualidad, debido a que concentraciones mayores logran una menor formación de poros en la estructura adamantina, así como también una menor profundidad de grabado; concentraciones menores aumentan la rapidez en la formación de estos mismos, haciendo poco predecibles y manejables los resultados del grabado (2,22). En consecuencia se puede afirmar que la extensión, profundidad y patrón de grabado afectan significativamente la fuerza adhesiva al esmalte (27-29).

Luego del grabado ácido, se han descrito una serie de formas en que se presenta la superficie adamantina una vez acondicionada, éstas dependen de cómo se ha visto afectado el esmalte por el ácido fosfórico, el cual puede atacar el centro o la periferia de los prismas, o generar un efecto difuso e irregular.

Lo anterior ha llevado a clasificarlos en tres patrones (13,25):

+ *Patrón de grabado tipo I*, en el cual se remueve preferentemente el centro de los prismas del esmalte.

+ *Patrón de grabado tipo II*, que corresponde a la remoción de la periferia de los prismas.

+ *Patrón de grabado III en el* que se obtiene un desgaste regular de la superficie, por lo que no es el más adecuado para lograr adhesión.

Cabe destacar que el patrón de desmineralización tipo I y tipo II generan en el tejido adamantino micro poros y microsuros capilares que miden entre 10 a 25  $\mu\text{m}$  de profundidad junto con una amplitud de 1.5 a 3.5  $\mu\text{m}$  (5).

La magnitud del grabado dependerá del tipo de esmalte de la pieza dentaria, ya sea de dentición temporal o permanente, a la exposición de ésta a fluoruros y al grado de maduración del esmalte (30).

Respecto al tiempo de aplicación del ácido, no debe ser muy prolongado, no superior a 20 segundos (5,31), debido a que esta reacción es autolimitante y produce la re-precipitación de fosfato de calcio sobre el esmalte, obliterando los poros generados, con lo que se disminuye la capacidad de unión (2), en consecuencia, no se obtendría un acondicionamiento que asegure retener de forma efectiva a los sistemas adhesivos, basados en monómeros hidrófobos, asimismo, el aumento del tiempo de acondicionamiento es uno de los fenómenos más negativos para la técnica adhesiva a esmalte (5).

El lavado del ácido, luego de actuar, debe ser por un tiempo, igual o superior al tiempo de aplicación y con alta fuerza para poder remover los restos de ácido y sales disueltas desde los poros del esmalte (2). La fuerza adhesiva obtenida luego de la técnica de acondicionamiento descrita, se encuentra dentro del orden de 20 a 40 MPa (2,32) siendo considerada el “Gold Estándar” en cuanto a la temática de adhesión (22).

Dentro de las ventajas del grabado ácido del esmalte se encuentran el aumento de la fuerza de adhesión de la restauración de resina compuesta y la disminución de la microfiltración periférica de la restauración, ventajas que se potencian si se utiliza una aislación absoluta con goma dique al momento de realizar la restauración, evitando la contaminación y/o humidificación del esmalte (22).

### ***Adhesión a Tejidos Dentarios-Dentina.***

Los mecanismos de adhesión al esmalte son predecibles posibilitando lograr éxito clínico, mientras que los métodos y sistemas de adhesión a la dentina todavía son discutidos y otros aún no comprobados (5). Debido a que la composición de esmalte y dentina son diferentes, el modo de interactuar con los sistemas adhesivos también es distinto (6).

La dentina corresponde al tejido mineralizado más abundante en la pieza dentaria (23,33), constituida por 70% de materia mineral, 18% de materia orgánica, y 12% de agua, composición que varía con la edad, debido a que la mineralización continúa aún después de que el diente está completamente formado.

La estructura anatómica fundamental de la dentina está representada por las prolongaciones odontoblásticas, los túbulos dentinarios y la matriz dentinaria calcificada (23). Los túbulos se extienden desde la pulpa dental hasta la unión amelodentinaria, y contienen la prolongación odontoblástica en su interior, presentan un trayecto sinuoso en forma de "S" con excepción de la zona de la raíz, en las cúspides o en el borde incisal, donde resultan ser más rectos; cerca de la pulpa no solo resultan ser de mayor diámetro si no que también son más numerosos; a nivel de la unión amelodentinaria los túbulos logran introducirse en el tejido adamantino pudiéndose dividir y subdividir en el interior del tejido adamantino, conformando un sustrato imbricado e integrado, vale decir constituirse como un sustrato micro poroso, lo cual justificaría la sensibilidad a nivel de la unión o imbricación amelodentinaria (5,22,23).

Los túbulos tienen la forma de cono invertido de base mayor pulpar y un extremo amelodentinario y se encuentran dentro de una matriz mineralizada llamada dentina intertubular. Estructuralmente se presentan dos zonas bien definidas, la dentina intertubular y la dentina peritubular, que varían según la profundidad y pueden ser modificadas por la edad e injurias externas (5), de este modo la dentina responde a las noxas, mediante distintos mecanismos,

pero principalmente mediante la aposición dentinaria y obliteración de los túbulos dentinarios, por tanto la morfología dentinaria sería dinámica (34).

Como se mencionó anteriormente, la disposición de los elementos constituyentes de la dentina, permiten diferenciar dos zonas bien definidas (5):

- *La Dentina Intertubular* está formada por fibras colágenas, glicosaminoglicanos, proteoglicanos, factores de crecimiento y proteínas dentinogénicas, que sostienen a los cristales de hidroxiapatita. El elemento fibrilar está representado por el colágeno dentinario tipo I y tipo III, que junto a los glicosaminoglicanos y proteoglicanos, participan activamente en los mecanismos de adhesión. Por una parte el colágeno se opone a las fuerzas de compresión y los glicosaminoglicanos y proteoglicanos se oponen a las fuerzas de tensión-deformación que se generen durante la oclusión habitual.
- *La Dentina Peritubular* que constituye un anillo hipermineralizado que rodea a los túbulos dentinarios, caracterizándose por una gran presencia de materia inorgánica, representada por los cristales de hidroxiapatita y por carecer elementos fibrilares. Las características estructurales y de su composición sufren importantes modificaciones con la edad, ya que la dentina peritubular aumenta de espesor disminuyendo el diámetro interno de los túbulos por el depósito de minerales, proceso denominado esclerosis fisiológica dentinaria.

### ***Dificultades Adhesivas y Barro Dentinario***

Debido a su compleja estructura histológica, la adhesión en dentina resulta ser más dificultosa y menos predecible que en el esmalte (22,34), y aún se debe considerar una dificultad adicional, como lo es la formación del barro dentinario, que se produce durante la preparación cavitaria, y que está constituido por una mezcla de fibras colágenas, fragmentos de cristales de hidroxiapatita, bacterias, detritus orgánico e inorgánico. Esta capa tiene un grosor de 0,5 a 5  $\mu\text{m}$ , variando en función del tipo de sustrato y del instrumental

de corte utilizado; se adhiere firmemente mediante atracción electroestática (5) a la dentina de las paredes cavitarias, ocluyendo los túbulos dentinarios, actuando como una verdadera “barrera de difusión” (6,35), que debería ser disuelta, modificada, impregnada o permeabilizada, para que los monómeros contenidos en los diversos sistemas adhesivos, puedan contactar directamente la superficie dentinaria (36), posibilitándose de este modo, un enlace efectivo entre el diente y el material restaurador (22,37).

### ***Técnicas de Acondicionamiento del Sustrato Dentario.***

Como se señaló anteriormente los satisfactorios resultados del acondicionamiento adamantino en cuando al rendimiento adhesivo y sellado marginal; junto con la comprobada difusión de los monómeros a través de los túbulos dentinarios expuestos por el grabado ácido, originaron distintas interpretaciones sobre el tratamiento que se debía proporcionar a la dentina con barro dentinario mediante el uso de los distintos sistemas adhesivos, con el fin de conseguir una adhesión satisfactoria y repetible (5).

De este modo el barro dentinario puede ser:

- *Totalmente Eliminado:* En 1979 Fusayama, desarrolló una técnica de acondicionamiento, utilizando ácido ortofosfórico al 37% (22,38) grabando simultáneamente dentina y esmalte, por un tiempo de 15 segundos, y lavado por un minuto aproximadamente; esta técnica se denomina *técnica de grabado ácido total* (31). De este modo se remueve el barro dentinario, descalcificando la dentina intertubular y peritubular, aumentando la permeabilidad dentinaria y ensanchando los túbulos (6), activando y generando una superficie de alta energía; facilitando la adhesión al exponer las fibras colágenas, las cuales son imprimadas por un monómero hidrófilo-hidrófobo, dando lugar a la formación de una *capa de híbrida* o de interdifusión (5). Los componentes de esta capa son el colágeno, hidroxiapatita y resina, (término híbrida = mezcla) (39), estructura que se revisará más adelante.

Las resinas adhesivas de monómeros hidrofílicos diluidos en solventes orgánicos, desalojan la humedad desde la dentina acondicionada y logran una íntima interacción con la dentina desmineralizada intertubular y peritubular (39,40), junto con estabilizar la capa híbrida y formar los *tags* de resina dentro de los túbulos dentinarios expuestos, de este modo los orificios tubulares son taponados por la resina adhesiva, reduciendo la posibilidad de permeabilidad y así la potencial irritación pulpar (41).

- *Integrado por reacción-integración:* Bajo el concepto de integración, la adhesión a los tejidos mineralizados se debe entender como un intercambio, donde hay minerales que son removidos desde los tejidos duros del diente y reemplazados por monómeros resinosos, los cuales al polimerizar generan una trabazón micro mecánica. Este proceso involucra la infiltración y subsecuente polimerización *in situ* de la resina adhesiva dentro de los microporos, generados por la acción de los componentes ácidos del mismo sistema adhesivo (5), de este modo la capa de barro dentinario es disuelta parcialmente e integrada por los *sistemas adhesivos autograbantes*. Estos sistemas promueven la adhesión a través de la imprimación del elemento fibrilar colágeno de la dentina por monómeros bifuncionales hidrófilos-hidrófobos, los cuales producen la disolución y desmineralización del barro dentinario mediante reacciones ácido-base, generando como producto sales sin involucrar la pérdida de minerales del tejido. En consecuencia el barro dentinario es incorporado a la articulación adhesiva, evitando el colapso de las fibras colágenas y reduciendo la sensibilidad postoperatoria (5).

### ***Sistemas adhesivos y su clasificación.***

Los sistemas adhesivos están diseñados para retener restauraciones, tanto directas como indirectas, y para minimizar la filtración marginal, debiendo tener una manipulación simple otorgando resultados significativos (42). Estos sistemas emplean las técnicas de acondicionamiento anteriormente descritas, de este modo se clasifican en dos tipos de adhesivos:

- *Sistemas Adhesivos de Grabado Ácido Total*: Adhesivos que hacen uso de la técnica de acondicionamiento iniciada por Buonocore, al inicio de la revolución adhesiva y posteriormente desarrollada por Fusayama, donde en la actualidad se utiliza el gel de ácido fosfórico por un periodo máximo de 15 segundos, eliminando al barro dentinario y disolviendo a la hidroxiapatita (31,43), para posteriormente aplicar un sistema adhesivo compuesto de un agente imprimante y un monómero adhesivo propiamente tal, los que se unen micro mecánicamente a las porosidades del esmalte y a las fibras colágenas de la dentina, las cuales están sin sustento mineral por la pérdida de iones generada por el grabado ácido; conformando una traba mecánica, denominada *capa híbrida* (44).
- *Sistemas Adhesivos Autograbantes*: Prescinden del grabado ácido previo, reemplazándolo por una solución acuosa que contiene al agente imprimante ácido y una resina adhesiva, acondicionando la dentina y esmalte, sin remover el barro dentinario (43).

Una clasificación aparte hace mención a la seguidilla de diversos sistemas adhesivos, que han buscado una mejor funcionalidad al momento de establecer fenómenos adhesivos con la estructura dentaria. En consecuencia, y según su orden de aparición desde las primeras generaciones de adhesivos disponibles en el mercado hasta los últimos disponibles, han ido variando en su composición y su efectividad clínica.

Existen siete generaciones de sistemas distintos teniendo real importancia clínica, en términos de fuerza adhesiva con la que se unen a la superficie dentaria, los sistemas de 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup> y 7<sup>a</sup> generación (22).

### ***Adhesivos que emplean la Técnica de Grabado Ácido Total.***

Fusayama y cols. simplificaron la técnica adhesiva a esmalte y dentina, acondicionando los tejidos con una preparación del ácido fosfórico al 40% (45), logrando aceptables resultados en esmalte; sin embargo a nivel dentinario resulta crítico que las superficies queden humectadas con el fin de prevenir el colapso de la malla colágena, siendo esto fundamental para que el agente imprimante hidrófilo pueda infiltrar la trama colágena expuesta formando la *capa híbrida* (46,47). La capa híbrida está definida como aquella estructura que se forma en los tejidos duros del diente, por la desmineralización de la superficie y sub-superficie, seguida de la infiltración de monómeros del adhesivo y su subsecuente polimerización (39). Todo esto ocurre en un área de 2 a 5  $\mu\text{m}$ , que corresponden al colágeno expuesto producto de la acción ácida y es el espacio donde la hibridización toma lugar. Las fibras colágenas se encuentran separadas entre sí por el agua utilizada para lavar y remover los restos de ácido, y son precisamente estos espacios los que la resina adhesiva debe imprimir, sellando firmemente los orificios tubulares de la dentina y conformando los denominados *tags* de resina, una vez polimerizada *in situ* (5,40,41).

Desde un principio, se intentó extrapolar los excelentes resultados adhesivos obtenidos con la técnica de grabado ácido en el esmalte a la dentina, sin embargo no se obtuvieron resultados satisfactorios y como un esfuerzo para subsanar esta problemática, se decidió dividir al adhesivo en dos componentes fundamentales, presentándose los adhesivos de *4ª generación* de grabado ácido total, de este modo en su formulación es posible identificar:

- Un Agente Imprimante, que es un componente más fluido e hidrófilo y cuya función es penetrar en la irregularidades húmedas de la dentina desmineralizada, y corresponden a una solución de monómeros disueltos en un solvente tipo acetona, alcohol o agua (5).
- Un Adhesivo propiamente tal, que una resina fluida hidrófoba, que funciona como enlace entre el agente imprimante y el material de obturación. Está representado por monómeros resinosos, como por ejemplo el BIS-GMA (5).

Sin embargo, los cambios estructurales de la dentina desmineralizada que involucran un aumento en el nivel de humedad de la dentina, resultaban ser incompatibles con las características hidrófobas de los adhesivos utilizados en un principio; con la aplicación diferida del agente imprimante y luego el adhesivo, no se aseguraba la imprimación exitosa de la dentina, además de que su utilización resultaba engorrosa y poco práctica (35), es por este motivo que los fabricantes buscaron la simplificación de los pasos de aplicación y de este modo se unió en un solo frasco al agente imprimante y al adhesivo, surgiendo así los *sistemas adhesivos mono-botella* (35), llamados también adhesivos de *5ª generación de grabado ácido total*.

Luego de la técnica de acondicionamiento de grabado ácido total, detallada anteriormente, se aplica el material adhesivo; una vez polimerizados en su lugar crean una trabazón mecánica, mediada por los *tags* de resina, bandas adhesivas laterales y la formación de la capa híbrida, conjunto que muestra altos valores de fuerza adhesiva, tanto para esmalte como dentina acondicionada (48).

Desafortunadamente, para estos sistemas, el concepto de “dentina humectada” o “adhesión húmeda”, sigue siendo determinante, no resultando fácil de definir clínicamente, pudiendo generar fracasos en la técnica adhesiva si la dentina está excesivamente húmeda o muy seca (40,49), haciendo que el procedimiento sea extremadamente sensible. Se debe considerar, que si el agua que separa a las fibras colágenas fuese completamente retirada por el secado de la zona, el mismo elemento fibrilar obstaculizaría la penetración del adhesivo, lo que se traduce en fallas adhesivas, acompañadas de fracturas por contracción de polimerización de las resinas compuestas, generando brechas marginales, por donde transcurre el fluido dentinario generando una elevada sensibilidad postoperatoria (5,22).

### ***Adhesivos que emplean la Técnica Autograbante.***

Posteriormente surgieron los sistemas adhesivos autograbantes o de 6ª *generación*, como un esfuerzo de lograr una adhesión apropiada al esmalte y a la dentina. Sus componentes estaban diseñados para permanecer separados en dos botellas (sistemas adhesivos de dos componentes) y mezclarlos en cada uso (50), sin embargo, frente a las primeras evaluaciones mostraron una adecuada adhesión a la dentina, mientras que la unión al esmalte resultó ser menos satisfactoria, lo cual puede deberse a que tienen un pH que no es suficiente para grabar apropiadamente al esmalte (35).

Los adhesivos de 7ª *generación*, a diferencia de sus predecesores, mantienen todos sus componentes mezclados en un solo frasco, y aunque sus fabricantes describen un satisfactorio desempeño tanto en esmalte y dentina, comparable a los adhesivos convencionales que utilizan el grabado ácido total (51), su performance clínica no ha superado a sus predecesores.

Teóricamente los sistemas adhesivos de dos componentes (6ª *generación*) tiene una mayor estabilidad, debido a que sus componente se presentan separados, permitiendo que estos puedan ser almacenados una mayor cantidad de tiempo, sin embargo, la mezcla de sus componentes es necesaria previo a su uso haciendo engorrosa su utilización. Los adhesivos de 7ª *generación*, son los únicos sistemas autograbantes que pueden ser considerados mono-botella, ya que cuentan con una combinación del acondicionador, agente imprimante y la resina adhesiva en su formulación que no necesitan mezclarse previo a su utilización (50).

En resumen se pueden mencionar las siguientes ventajas de los sistemas autograbantes (52):

- Se reduce el tiempo de trabajo, prescindiendo del grabado ácido, lavado y secado; simplificando a la técnica adhesiva a un solo paso.
- Los procesos de desmineralización/disolución dentinaria y la infiltración e imprimación de los monómeros adhesivos se dan simultáneamente, haciendo que la capa híbrida sea más estable (53,54), al incrementarse la profundidad del acondicionamiento, los monómeros acídicos son

gradualmente tamponados por el material mineral del sustrato dentinario, siendo esta una reacción auto limitante (55).

Mediante la *capa de reacción-integración* (CRI), en dentina profunda (DE) es posible visualizar la imprimación del colágeno dentinario por el sistema adhesivo (AD) junto con los cristales formados durante la reacción ácido-base que reestructura al tejido dentinario (Fig.2).

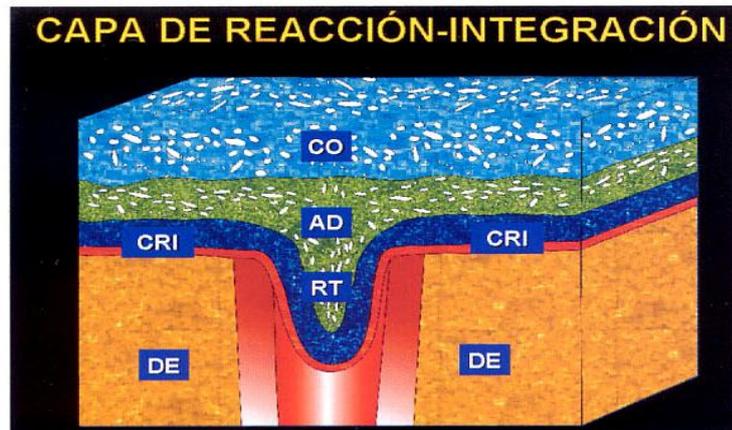


Fig. 2: Esquema Capa de Reacción-Integración. TEM x 60.000. Tomado de Henostroza (5).

- Disminuye el riesgo de colapso de la malla colágena por desecación de la dentina durante el secado; tampoco quedan fibrillas colágenas expuestas sin imprimir que puedan ser degradadas lo que podría comprometer al fenómeno adhesivo.
- Menor sensibilidad postoperatoria, ya que estos sistemas no generan la apertura de los túbulos dentinarios, sino que disuelven e incorporan el barro dentinario a la articulación adhesiva.

El patrón morfológico e intensidad de grabado producido por los sistemas autograbantes, depende en gran medida del modo como los monómeros funcionales interactúan con los tejidos dentarios, en base a esto podemos identificar (55):

- Sistemas Adhesivos Autograbantes Suaves: Soluciones adhesivas que poseen un  $\text{pH} > 2.5$ , que establecen una nano interacción con el sustrato dentario.

- Sistemas Adhesivos Autograbantes Moderados: Soluciones adhesivas que poseen un pH 2.0, generando micro porosidades de cerca de 1µm de profundidad.
- Sistemas Adhesivos Autograbantes Fuertes: Soluciones adhesivas que poseen un pH entre 1.0 a 2.0 las cuales establecen micro porosidades de 1 a 2 µm de profundidad.

Se ha demostrado que solo con los sistemas adhesivos autograbantes fuertes es posible constatar la formación de los típicos *tags* de resina en dentina que se observan bajo la técnica de grabado ácido total, mientras que con los sistemas leves y medios, el barro dentinario fue levemente desmineralizado e imprimado con la resina adhesiva, otorgando una pobre adhesión (56,57).

Como se mencionó anteriormente, las principales ventajas de los sistemas autograbantes de *6ª generación* y *7ª generación*, radican en su mejor adhesión al sustrato dentinario, sin embargo, en términos cuantitativos, tanto en dentina como en esmalte la adhesión es mayor en los adhesivos convencionales de grabado ácido total. El rendimiento que presentan en cuanto a adhesión adamantina resulta ser menos predecible y eficiente cuando se compara con los resultados que se obtienen con el uso de la técnica de grabado con ácido fosfórico (52,58); en consecuencia la resistencia a la tracción disminuye significativamente cuando el esmalte no es acondicionado previamente al uso de un sistema autograbante (59). La inspección al microscopio electrónico de barrido muestra que el patrón de grabado provocado por los sistemas adhesivos de autograbado no es lo suficientemente profundo como para obtener una buena imprimación en el esmalte no grabado; y a nivel dentinario es posible observar que la formación de los *tags* de resina es menos pronunciada, describiendo una capa híbrida bastante irregular y en ocasiones inexistente, si es que se comparan con los adhesivos de *5ª generación*.

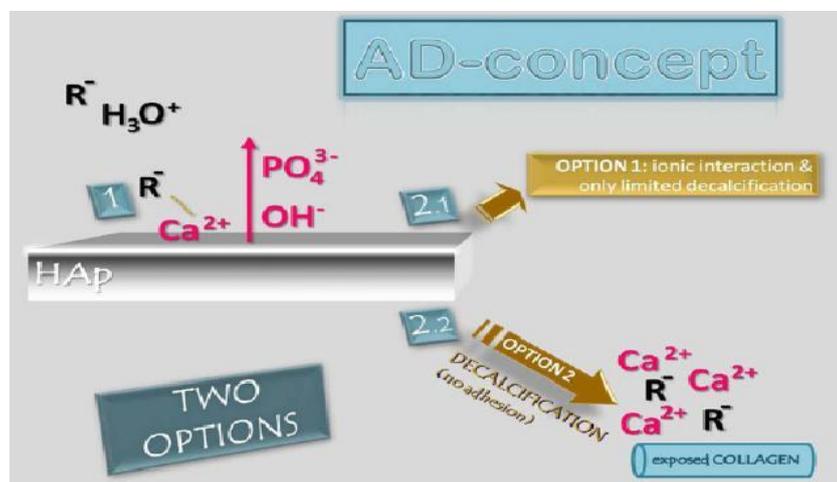
Con el fin de optimizar la adhesión de estos sistemas al esmalte, incrementando su sellado marginal; se ha descrito el acondicionamiento sólo del esmalte del borde cavo superficial, por 15 segundos (26,28,60) utilizando

ácido fosfórico convencional al 37%, proceso denominado *técnica de grabado selectivo* (60). Sin embargo, estudios sugieren que no ocurre lo mismo en el sustrato dentinario; no existiendo diferencias significativas respecto a la adhesión dentinaria de un sistema autograbante, cuando es utilizada la técnica de grabado ácido total en comparación a la que se logra solo con el empleo del sistema autograbante por sí solo (60), por otra parte, autores señalan que los sistemas autograbantes no presentan un rendimiento adecuado, cuando la dentina es grabada con ácido fosfórico, ya que estos, poseen monómeros funcionales, con afinidad química a la hidroxiapatita (61,62), esbozando un nuevo modelo adhesivo basado en la Adhesión-Decalcificación (AD- Concept).

### **Modelo Adhesión-Decalcificación (AD-Concept)(63)**

Este modelo (Fig. 3) explicaría la afinidad de los monómeros funcionales específicos constituyentes de los adhesivos autograbantes, tales como 10-MDP, 4-META y fenil-P; con el componente iónico del sustrato dentinario, que generalmente corresponde a un ión calcio, un grupo carboxílico o un grupo fosfato. La unión estaría mediada por dos posibles reacciones:

- La conformación de un enlace iónico formando una sal cálcica-monómero adhesivo que sea hidrolíticamente estable que puede copolimerizar con los monómeros de la resina adhesiva.
- La conformación de un enlace iónico generado entre el monómero adhesivo y el calcio, no es estable, por lo que finalmente se liberarán iones calcio y fosfatos desde la estructura del diente, resultando en una desmineralización neta del sustrato dentinario.



**Fig. 3 Esquema del modelo AD-Concept.** Tomado "Research Article An In Vitro Evaluation of Leakage of Two Etch and Rinse and Two Self-Etch Adhesives after Thermocycling", *Int J. Dent.* 2012:852841 (63).

### ***Ventajas y desventajas de los Sistemas adhesivos de Grabado Ácido Total y Sistemas Autograbantes***

En base a lo señalado anteriormente respecto a las características de ambos sistemas adhesivos, se puede señalar que los *Adhesivos de Grabado Ácido Total* poseen las siguientes ventajas:

- ***Óptimo grabado del esmalte y buen sellado marginal*** ya que mediante la acción del ácido ortofosfórico se obtiene una gran cantidad de áreas retentivas, donde toma lugar el paso y penetración de un compuesto resinoso adhesivo fluido, que al polimerizar en esa región establecen una trabazón micromecánica, mediante los *tags* de resina (24,26,47), que se traduce en resultados clínicos favorables.

- ***Capa híbrida regular en dentina***, a la inspección de la interfase mediante el microscopio electrónico de barrido (MEB), se constata la formación de una gruesa, nítida y continua capa híbrida, lo cual muestra una adecuada penetración de los sistemas adhesivos de grabado ácido total en el sustrato dentinario, posterior a la eliminación del barro dentinario (64).

- ***Aceptable fuerza adhesiva al esmalte grabado***, que está alrededor de los 20 a 40 MPa. (32,65), y se considera como el “Gold Estándar” en cuanto a adhesión a la estructura adamantina respecta (22).

- *Los Sistemas Adhesivos de Grabado Ácido Total* poseen las siguientes desventajas:

- ***Técnica de aplicación más compleja y sensible***. Al utilizar el grabado ácido total, el primer paso involucra el uso de ácido ortofosfórico para desmineralizar tanto esmalte como dentina eliminando el barro dentinario (66), luego se procede al lavado del sustrato, previo a la utilización del sistema adhesivo (44). La correcta imprimación del sustrato dentinario por el adhesivo, está condicionada por la humedad residual de la superficie dentinaria ya acondicionada; de este modo si existe un exceso de humedad se puede impedir la penetración adecuada del agente adhesivo, por otro lado si se deseca la preparación, las fibras colágenas colapsarán reduciendo la porosidad e inhibiendo la penetración de la resina adhesiva a

través de la porción acondicionada (67,68); dificultando al fenómeno adhesivo (69).

- ***Interferencia de la malla colágena para la trama adhesiva:*** El acondicionamiento ácido deja a la malla fibrilar expuesta y sin sustento, dejando una zona superficial parcialmente desmineralizada (64,69). Las fibras colágenas desnaturalizadas producto de la acción acídica, pueden atrapar fase mineral residual, inhibiendo la formación de un sello impermeable adhesivo/dentina; esto adicionado al colapso de la malla colágena producto de una desecación dentinaria (69), podría explicar el débil acoplamiento del adhesivo a la dentina con la consecutiva disminución de la fuerza adhesiva (64).

- ***Imprimación dentinaria incompleta:*** La malla de fibras colágenas sin sustento y la apertura parcial de los túbulos dentinarios son efectos del acondicionamiento ácido en dentina, y resultan determinantes para el grado de imprimación por parte de la resina adhesiva, pudiendo quedar zonas donde la resina no alcanza a fluir adecuadamente. Las fibras colágenas expuestas que no son adecuadamente imprimadas por la resina, resultan ser susceptibles a la degradación biológica, lo que genera una unión lábil y poco estable, siendo lo ideal que todo el sustrato dentinario grabado sea hibridizado (22,69-71).

- ***Sensibilidad postoperatoria:*** Como se mencionó anteriormente, la acción acídica puede provocar la apertura parcial de los túbulos dentinarios dificultando la imprimación completa por parte de la resina adhesiva, la cual a su vez experimenta una contracción volumétrica producto de su polimerización. Los eventos combinados generan brechas entre la dentina acondicionada y no acondicionada, es decir espacios virtuales por donde transcurre el fluido dentinario y el constante movimiento de este fluido se traduce en una elevada sensibilidad postoperatoria (72).

- *Los Sistemas Adhesivos Autograbantes describen las siguientes ventajas:*

- **Técnica de aplicación simple y menos sensible:** Estos sistemas prescinden del grabado ácido, reemplazándolo por una resina adhesiva que en su formulación se acompaña de monómeros acídicos, que no requiere lavado ni secado, integrando al barro dentinario a la trama adhesiva. No están asociados al riesgo de la desecación dentinaria, característico del fenómeno adhesivo mediado por el grabado ácido total, evitando el colapso de la malla colágena y asegurando una buena imprimación del sustrato dentinario (69).

- **Imprimación dentinaria completa:** Los procesos de desmineralización e imprimación ocurren de manera simultánea, generando una imprimación uniforme y completa de los polímeros en la dentina, no existiendo el riesgo de dejar colágeno sin sustento mineral y sin hibridar. La acción de los monómeros acídicos resulta ser autolimitante, ya que son tamponados por los minerales del sustrato a medida que se incrementa la profundidad del acondicionamiento (69).

- **Menor sensibilidad postoperatoria:** Los túbulos dentinarios son sellados por la trama adhesiva compuesta por el barro dentinario integrado por el sistema adhesivo, minerales, barro dentinario residual y matriz dentinaria desmineralizada, de este modo se evita el movimiento del fluido odontoblástico, disminuyendo la sensibilidad postoperatoria (52).

- *Los Sistemas Adhesivos Autograbantes describen las siguientes desventajas:*

- **Deficiente acondicionamiento del esmalte:** El pH cercano a 2 de los monómeros autograbantes, resulta ser insuficiente para acondicionar correctamente el esmalte sin biselar y la dentina esclerosada (64). Al tratarse de una reacción autolimitante, la profundidad de acondicionamiento sería insuficiente, generando fallas adhesivas y la consecuente infiltración marginal de las restauraciones (69).

- **Capa híbrida irregular en dentina:** bajo la inspección de la interfase adhesiva al MEB, se constata que cuando se emplean adhesivos autograbantes, la capa híbrida resulta ser muy delgada, irregular y en algunas ocasiones inexistente, determinando una formación menos pronunciada de *tags* de resina (64).

- **Menor fuerza adhesiva al sustrato dentario:** La resistencia adhesiva de restauraciones adheridas a dentina utilizando sistemas de grabado ácido total es mayor que la fuerza adhesiva de las restauraciones realizadas con sistemas autograbantes, sin embargo estas diferencias no son estadísticamente significativas (69).

### **ADHESIVOS UNIVERSALES Y XP-BOND®**

Como se mencionó anteriormente dentro de las principales desventajas de los sistemas de grabado ácido total, junto a la técnica sensible de aplicación, está el riesgo del colapso de la malla colágena durante el proceso de secado de la dentina desmineralizada, que lleva a una imprimación incompleta de las fibras colágenas (73), con la consecuente disminución de la fuerza adhesiva (74,75). La deficiente imprimación por parte de la resina adhesiva y la necesidad de proteger a las fibras colágenas de la degradación, junto con la demanda por simplificar la técnica, lleva al desarrollo de una segunda categoría de adhesivos, los cuales emplean la estrategia autograbante. Los adhesivos autograbantes no requieren el uso de un gel de ácido fosfórico con lo cual se simplifica su utilización clínica, el proceso de desmineralización e imprimación ocurren simultáneamente incorporando los cristales de hidroxiapatita y el barro dentinario residual a la capa híbrida (66,76,77), sin embargo una gran desventaja de estos sistemas es la reducción de la efectividad de la adhesión adamantina (34,49,56), otorgando a las restauraciones un deficiente sellado marginal.

Teniendo en cuenta las desventajas de ambas estrategias adhesivas, sistemas de grabado ácido total/sistemas autograbantes, algunos fabricantes han lanzado una variante más promisorio y versátil, desarrollando los Sistemas Adhesivos Universales, que poseen características híbridas de ambos esquemas de adhesión, e independientemente del protocolo de

acondicionamiento del sustrato dentario, permiten disminuir la sensibilidad postoperatoria y otorgan óptimos resultados de fuerza adhesiva y sellado marginal (72).

El XP BOND® (Densply, E.E.U.U), fue presentado como un adhesivo universal de grabado ácido total de 5ª generación, que posee características mixtas de los sistemas adhesivos autograbantes de 7ª generación. Este adhesivo se podría utilizar indistintamente del sistema de acondicionamiento empleado, ya sea usando el grabado ácido total, autograbante o de grabado selectivo del esmalte y autograbante en la dentina. Está indicado para la adhesión tanto a esmalte y a dentina de materiales de resinas compuestas así como cerámica y metal (58).

Respecto a su formulación (Tabla N°1), se incorpora terbutanol que es un solvente orgánico compatible con el agua y con las resinas, posee una tensión superficial inferior a la acetona o el etanol, lo que le confiere una mayor capacidad de infiltración de las fibras de colágenas. Además, posee nuevas moléculas resinosas, que optimizan la infiltración y la adhesión, incluyendo los monómeros ácidos a base de dimetacrilatos modificados con ácidos carboxílicos (resina TCB) y resina acrílica modificada con ácido fosfórico (PENTA) (64). Según Latta PENTA, sería un monómero funcional con afinidad química al sustrato dentinario

<b>Tabla N°1: <i>Formulación Sistema Adhesivo XP BOND® (Densply, USA)(64).</i></b>
1.- <i>Dimetacrilato modificado con ácido carboxílico (resina TCB).</i>
2.- <i>Resina acrílica modificada con ácido fosfórico (PENTA)**.</i>
3.- Dimetacrilato de Uretano (UDMA).
4.- Dimetacrilato de Trietilenglicol (TEGDMA).
5.- 2 -Hidroxietilmetacrilato (HEMA).
6.- Benzenediol Butilado, como estabilizador.
7.- 4-Etil-dimetilaminobenzoato.
8.- Canforquinona.
9.- Sílice amorfo.
10.- t-butanol, como solvente.

Cabe destacar que en el folleto distribuido por el fabricante, junto al sistema adhesivo (78), se presenta al XP BOND® como un “*Adhesivo Universal de Grabado Total*”; sin embargo también se indica su uso como autograbante de aplicación directa en las preparaciones cavitarias. Al revisar la formulación del XP BOND® (Tabla N°1), la presencia de monómeros acídicos junto con dimetacrilatos polimerizables y monómeros resinosos hidrofílicos (HEMA), sugiere un comportamiento autograbante eficaz en dentina (79), sin embargo se hace hincapié en que un acondicionamiento ácido total es requerido, creándose un contrasentido en la información entregada por el mismo fabricante, debido a que un adhesivo universal, por definición, no debería requerir ni contemplar al “grabado total”, como parte del protocolo de aplicación para asegurar resultados satisfactorios.

Estudios (80) sobre las propiedades de este adhesivo resultan bastante dispares cuando este adhesivo es utilizado como autograbante, de modo que en dentina se obtienen resultados satisfactorios sin diferencias significativas respecto al procedimiento de grabado ácido total, sin embargo en esmalte muestra un comportamiento similar a los sistemas autograbantes convencionales, y es en base a esto que se sugiere un acondicionamiento ácido adicional de la estructura adamantina mediante la técnica de grabado ácido selectivo del esmalte, con el fin de optimizar el resultado de la articulación adhesiva (64,66).

En virtud de lo anteriormente mencionado y considerando las características híbridas del XP BOND® señaladas por el fabricante junto a los aceptables resultados sobre la resistencia adhesiva a la dentina (80), se abriría la oportunidad de contar con un sistema adhesivo que independientemente de su protocolo de aplicación, reúna ventajas autograbantes en dentina y del grabado ácido selectivo del esmalte otorgando a las restauraciones, satisfactorias propiedades en cuanto al sellado marginal y resistencia adhesiva minimizando la posibilidad de sensibilidad post operatoria (64).

Debido a estos motivos el presente estudio buscó realizar un análisis comparativo, respecto a la microfiltración marginal, cuando se emplea el adhesivo XP BOND® con una técnica de grabado ácido total versus a cuando se utiliza el grabado ácido selectivo del esmalte, evaluando las reales propiedades autograbantes del adhesivo en dentina y clarificando la contradicción existente en el folleto de este último.

## **HIPÓTESIS.**

No existen diferencias significativas en el grado de filtración marginal obtenido en las restauraciones de resina compuesta, realizadas con adhesivo XP BOND ®, utilizado con la Técnica de Grabado Ácido Total o de Grabado Ácido Selectivo del Esmalte.

## **OBJETIVO GENERAL.**

Determinar si existen microfiltración y diferencias en el grado de filtración marginal obtenido en las restauraciones de resina compuesta, realizadas con adhesivo XP BOND ®, utilizado con la técnica de grabado ácido total o de grabado ácido selectivo del esmalte.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Determinar el grado de microfiltración marginal en restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND™ utilizando la técnica de grabado ácido total.
- Determinar el grado de microfiltración marginal en restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND™ utilizando la técnica de grabado ácido selectivo del esmalte.
- Analizar comparativamente los resultados obtenidos de los grupos en estudio.

## **MATERIAL Y METODOS**(58)

### **Muestra.**

Se seleccionaron treinta terceros molares humanos incluidos y sanos (Fig. 4), recientemente extraídos con indicación de extracción, los cuales se conservaron en una solución de formalina al 0,2% por dos semanas y almacenados a temperatura ambiente, con el objetivo de mantener su hidratación hasta la fase experimental.

**Fig. 4: Muestra Experimental.**



Previo a su utilización, las piezas dentarias fueron limpiadas con curetas, eliminando los restos del ligamento periodontal. Posteriormente se limpiaron con una suspensión de piedra pómez fina y agua, aplicada con una escobilla de copa blanda. Se utilizó como criterio de exclusión, que las piezas dentarias tuviesen lesiones cariosas o caries incipientes.

Las piezas dentarias fueron obtenidas bajo consentimiento informado, cuyo formato se adjunta en el Anexo N° 1.

## Procedimiento Experimental (64).

A cada pieza dentaria se le realizaron dos preparaciones cavitarias clase V estandarizadas, una por vestibular y otra por palatino o lingual, estandarizadas de 4 mm de ancho, 3 mm de alto y 3 mm de profundidad, efectuadas por el mismo operador, ubicadas en el tercio medio de la cara vestibular, a 1 mm hacia coronal del limite amelocementario, dejando la pared axial en dentina (Fig. 5).



**Fig. 5: Cavidades Operatorias Estandarizadas.**

Luego, en cada una de las piezas dentarias se realizaron restauraciones de resina compuesta Filtek® Z 350 XT Body A2 (3M ESPE®), empleando el sistema adhesivo XP BOND ® (Densply). En las cavidades de la cara palatina/lingual se efectuó la técnica de grabado ácido selectivo, de acuerdo al siguiente protocolo:

1.- Grabado con gel de ácido fosfórico 37% 3M ESPE Scotch bond® del esmalte del borde cavo superficial durante quince segundos. Se lavó con spray de agua por otros quince segundos y luego se secó con aire (Fig. 6).



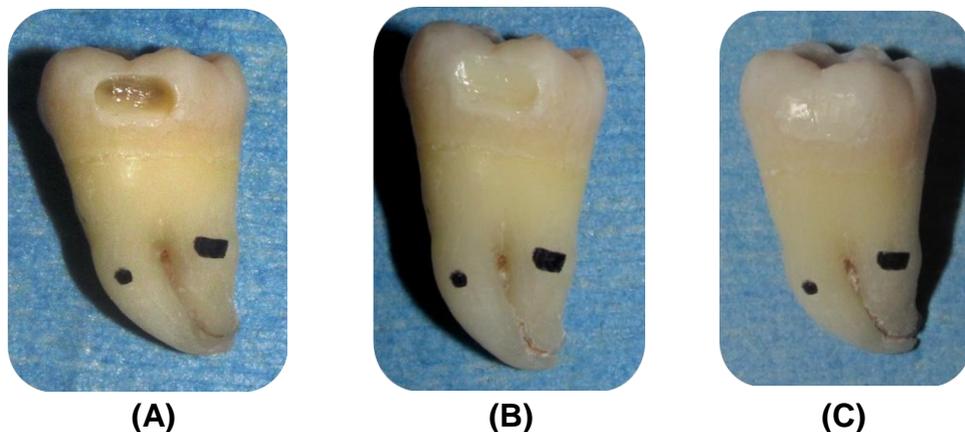
**Fig. 6: Grabado Ácido Selectivo.**

2.- Con un aplicador se llevó al adhesivo a la cavidad y se frotó durante veinte segundos, este procedimiento se repitió dos veces. La aplicación del adhesivo fue abundante, se removieron los excesos (Fig. 7), y finalmente el adhesivo fue polimerizado con la lámpara Elipar 2500 (3M ESPE) calibrada en  $500 \text{ mW/cm}^2$  durante treinta segundos.



**Fig. 7: Aplicación del adhesivo XP Bond®.**

3.- La secuencia de obturación fue la siguiente: se utilizó una técnica de tres incrementos, el primero de ellos se realizó a expensas de la pared cervical, luego a expensas de la pared coronal de la cavidad y un tercer incremento para finalizar la obturación de la cavidad (Fig. 8), luego los excesos de material fueron eliminados desde los márgenes de la cavidad. La polimerización de cada incremento se realizó del siguiente modo; se fotoactivó la resina por diez segundos a través del tejido dentario y luego por veinte segundos a través de la restauración; el último incremento se polimerizó por cuarenta segundos.



**Fig. 8: Se aprecia la secuencia de obturación incremental de las muestras, (A) un primer incremento en la pared cervical, (B) un incremento de material hacia la pared coronal y en (C) la restauración finalizada.**

Las cavidades de la cara vestibular se obturaron utilizando la técnica de grabado ácido total, de acuerdo al siguiente protocolo:

1.- Grabado con gel de ácido fosfórico 37% 3M ESPE Scotchbond® del esmalte del borde cavo superficial durante quince segundos (Fig. 9). Se lavó con spray de agua por quince segundos y luego se secó con aire.



**Fig. 9: Grabado Ácido Total.**

2.- Grabado con gel de ácido fosfórico 37% 3M ESPE Scotchbond® del sustrato dentinario durante diez segundos (Fig. 10), lo cual es suficiente para asegurar la remoción del barro dentinario. Se lavó con spray de agua por quince segundos y se secó con una mota, evitando la desecación dentinaria y cualquier contaminación de la preparación.



**Fig. 10: Grabado Ácido Total.**

3.- Con un aplicador se llevó al adhesivo a la cavidad y se frotó durante veinte segundos, este procedimiento se repitió dos veces (Fig. 11). La aplicación del

adhesivo debe ser abundante, se removieron los excesos, y finalmente el adhesivo es polimerizado en su lugar durante treinta segundos.



**Fig. 11: Aplicación del adhesivo XP Bond ®.**

4.- La secuencia de obturación se realizó del mismo modo que se utilizó para las cavidades palatinas/linguales.

El procedimiento comenzó por las cavidades vestibulares a las que se debía realizar el grabado selectivo, para evitar su contaminación con ácido proveniente de las cavidades de las caras palatina/lingual.

Luego se realizó a realizar el sellado radicular, con el fin de evitar filtración del tinte, a utilizar durante el termociclado.

- Se seleccionaron los dientes con ápice abierto o sección radicular amplia, sellándolos con vidrio ionómero de restauración, Ketac ® Molar Easymix (3M ESPE). Se individualizaron las restauraciones vestibulares de las palatino/linguales con una pequeña marca indeleble.
- Luego se aplicó dos capas cianocrilato a todo el segmento radicular.
- Se pinceló esmalte de uñas sobre la capa de cianocrilato, con el fin de obtener la impermeabilización total del segmento radicular, luego las piezas dentarias fueron sumergidas en un cilindro acrílico rosado, manteniendo solo el segmento coronal fuera de este cilindro.

- Luego de la polimerización del acrílico rosado, se procedió a cubrir la sección coronal de las muestras exponiendo solo las restauraciones con un margen aproximado de 1 mm, evitando que los márgenes de estas últimas quedaran cubiertos por el acrílico (Fig 12).



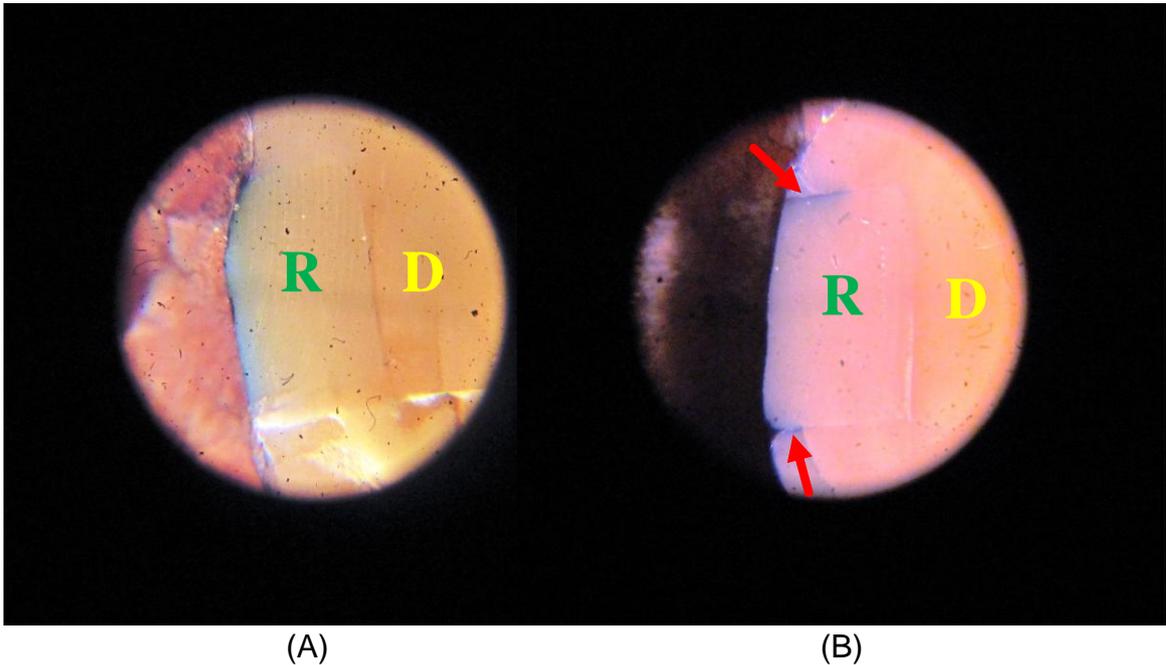
**Fig. 12: Especímenes impermeabilizados.**

Las muestras fueron conservadas en una estufa a  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  y 100 % de humedad durante 3 días, hasta el proceso de termociclado, el cual consistió en 100 ciclos entre  $3^{\circ}\text{C}$  y  $60^{\circ}\text{C}$ , manteniéndose los especímenes 30 segundos en cada baño térmico y atemperándose a  $23^{\circ}\text{C}$  durante 15 segundos antes de cambiar de un baño a otro. El baño térmico de los tres recipientes en los que se sumergió a las piezas dentarias contó con 200 ml de solución acuosa de azul de metileno al 1%, el cual sirvió como indicador de la microfiltración en la interfase diente-restauración.

Posteriormente se numeraron las muestras del 1 al 30, realizando la sección de ellos mediante el uso de disco diamantado modelo 919p (Komet), montado en pieza de mano sin refrigeración, con el fin de exponer las restauraciones para luego ser observadas al microscopio óptico.

La microfiltración se midió con un microscopio óptico con magnificación (10X) y consistió en observar la penetración del colorante entre el diente y la restauración midiendo la distancia que el colorante recorrió la interfase y obteniendo el porcentaje de infiltración en relación a la longitud total de la pared

cavitaria hasta la pared axial (Fig. 13). Los resultados obtenidos se dejaron consignados en una tabla y fueron sometidos al T test.



**Fig. 13:** (R) Restauración, (D) Dentina, (M) Microfiltración marginal que se aprecia de color azul oscuro. En la imagen (A) no se evidencia microfiltración marginal en la interfase diente-restauración (0%), en (B) con una flecha roja (→) se observa una microfiltración moderada. Esto se determinó en base a cuanto fue el recorrido del tinte en función de la longitud total de la pared cavitaria.

Es importante mencionar que se consignó la mayor microfiltración, vale decir, si una restauración presenta un 100% de filtración a expensas de una sola pared cavitaria, y las otras paredes cavitarias no presentaron defectos; esa restauración se consideró con un 100% de microfiltración, debido a que la interfase diente-restauración evidenció microfiltración marginal, por tanto una falla adhesiva.

Luego, se analizaron comparativamente mediante el T test, como se detalla en la sección de análisis de resultados.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos para el porcentaje de microfiltración tanto para la técnica de grabado ácido total y la técnica de grabado ácido selectivo fueron tabulados (Tabla N°2), del siguiente modo:

<b>Tabla N°2: Resultados para la Filtración Marginal.</b>		
Muestra	<i>Grabado Ácido Selectivo</i>	<i>Grabado Ácido Total</i>
	<i>% Microfiltracion</i>	<i>% Microfiltracion</i>
1	44,8%	50,0%
2	46,7%	46%
3	61,3%	52%
4	69,5%	39,0%
5	64,1%	47%
6	57,78%	41%
7	41,0%	45%
8	56,52%	41%
9	56,67%	40,0%
10	61,5%	39%
11	42,86%	30,0%
12	61,5%	47%
13	61,5%	64,0%
14	66,67%	49,0%
15	44,8%	56,0%
16	50,0%	40,0%
17	42,86%	47%
18	61,5%	65%
19	61,5%	51,0%
20	65,79%	45%
21	40,54%	40,0%
22	65,00%	58,0%
23	30,0%	42,0%
24	75,0%	44,0%
25	41,5%	41%
26	41,5%	43,0%
27	56,67%	65,0%
28	61,5%	40,0%
29	61,5%	45%
30	47,50%	47,0%
$\bar{x}$	54,65%	45,33%

### ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Los datos se sometieron primeramente a estudios de análisis estadístico descriptivo que permiten tener una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los tratamientos estudiados. En segundo término se realiza el análisis inferencial a través de la prueba de T test, el nivel de significación empleado en todos los casos fue de  $\alpha = 0,05$ .

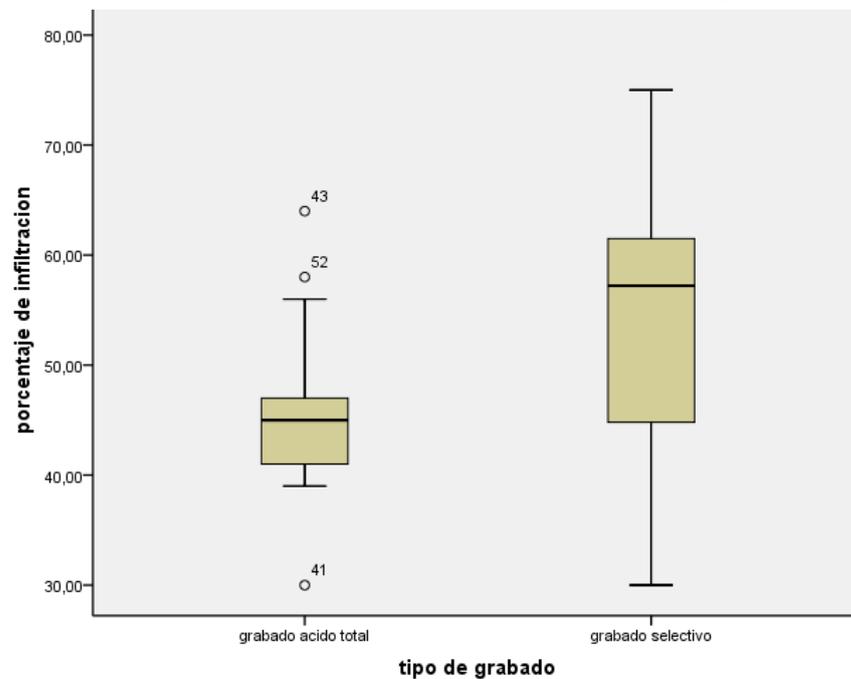
<b>Tabla N°3: Pruebas de Normalidad de datos.</b>			
tipo de grabado	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
porcentaje de grabado infiltración	,935	30	,066
acido total grabado selectivo	,935	30	,068

La distribución normal de los datos de los grupos en estudio es uno de los requisitos para poder utilizar el test inferencial T test. Es por esto que, el primer paso es realizar una prueba de normalidad, debido a que el número de las muestras es de 30 (treinta), el test utilizado es el de Shapiro Wilk, su uso está justificado porque el espacio muestral es inferior 50 (cincuenta); la tabla N°3 indica que en ambos grupos estudiados el nivel de significancia es mayor a 0,05; por lo tanto se ratifica la distribución normal de los datos. Cabe destacar que la hipótesis nula se refiere a que exista una distribución normal de los datos.

**Tabla N°4: Valores estadísticos descriptivos para ambos grupos.**

tipo de grabado		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
porcentaje de infiltración	grabado acido total	30	45,3333	6,56182	1,19802
	grabado selectivo	30	54,6520	10,89237	1,98867

Los datos de la tabla N°4 son representados en el gráfico de cajas y bigotes y ratificándose en ellos el análisis antes descrito.

**Gráfico N°1: Valores estadísticos descriptivos**

Como segundo paso se realiza el análisis inferencial, utilizando el T test, los requisitos para emplear este análisis son:

- Distribución normal de los valores de los grupos en estudio, requisito ya ratificado con el test de Shapiro-Wilk.
- La variable independiente debe ser nominal, estas variables corresponden a los dos grupos denominados “tipos de grabado”.

- La variable dependiente "porcentaje de infiltración" debe ser numérica.

**Tabla N°5: Resultados de Análisis Inferencial mediante T test.**

Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia
porcentaje de infiltracion	Se han asumido varianzas iguales	14,612	,000	-4,014	58	,000	-9,31867	2,32165
	No se han asumido varianzas iguales			-4,014	47,599	,000	-9,31867	2,32165

En este caso no asumimos la existencia de varianzas iguales de los grupos estudiados (valor 0,000), el nivel de significancia del t test es 0,000, el cual es menor a 0,05, lo que indica que los grupos estudiados SI presentan diferencias significativas, **vale decir los valores de "porcentaje de infiltración" de los grupos estudiados presentan diferencias estadísticamente significativas.**

## **DISCUSION.**

En el presente estudio *in vitro*, se analizó el comportamiento en dentina del Sistema Adhesivo Universal de Grabado Ácido Total, XP BOND®, en cuanto a la microfiltración en la interfase diente-restauración, utilizando la técnica de grabado ácido total, es decir como un adhesivo de 5ª generación, y también cuando se emplea la técnica de grabado ácido selectivo del esmalte, permitiendo la función autograbante en dentina.

Luego del análisis de los resultados, se puede afirmar que en el caso de las restauraciones realizadas con el sistema adhesivo XP BOND® mediante las dos técnicas de acondicionamiento señaladas, existen diferencias estadísticamente significativas respecto al grado de sellado marginal obtenido, concluyendo así que ambos procedimientos presentaron microfiltración marginal, sin embargo con la técnica de grabado ácido total se obtuvo menores valores de filtración que cuando el sistema adhesivo cumplió un rol de acondicionamiento autograbante del sustrato dentinario.

Numerosos estudios se han realizado con el fin de comprobar la efectividad de los adhesivos autograbantes versus los sistemas de grabado ácido total, así los resultados resultan ser concordantes con los planteados Oleksiuk (81), quien concluyó que los sistemas de grabado ácido total presentan menor microfiltración marginal que los adhesivos autograbantes, luego de someter a las muestras a ciclos de termociclado, bajo las mismas condiciones que en la presente investigación.

Concordando con gran parte de los resultados de este estudio, Cabezas (58), utilizando el mismo adhesivo concluye que las restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de grabado ácido total, presentaron en promedio un menor porcentaje de microfiltración marginal, en comparación a las restauraciones realizadas con el mismo adhesivo bajo la técnica autograbante, luego de efectuado el termociclado. Sin embargo, existen algunas diferencias respecto al citado estudio, en el cual solo compara al sellado marginal, vale decir, la calidad de la adhesión adamantina que otorga el XP BOND®, sometido a dos técnicas de acondicionamiento distintas, en

contraparte, en el presente estudio se coteja el comportamiento como adhesivo autograbante, en cuanto a unión a la dentina respecta.

Bevensee (64), mediante microscopía electrónica de barrido, constató la formación de brechas diente-restauración, cercanas a los 14  $\mu\text{m}$  y una ausencia total de *tags* de resina junto con la formación de una capa híbrida irregular y en algunas zonas inexistente en aquellos especímenes que fueron obturados empleando al XP BOND® como adhesivo autograbante; en cambio cuando el adhesivo se aplicó luego del grabado ácido convencional, observó una capa híbrida totalmente regular.

Mithra y cols. (82), compararon a los adhesivos de grabado ácido total con los autograbantes respecto a la interfase con la dentina; entre los adhesivos estudiados se encontraba el XP BOND® y concluyeron que este último, cuando se emplea junto a la técnica de grabado ácido total, muestra una adecuada imprimación de la resina adhesiva en de la dentina, evidenciada por la presencia de largos *tags* de resina, que oscilaban entre 10 a 25  $\mu\text{m}$ , con descripción de bandas laterales, junto con una gruesa capa híbrida de 3 a 8  $\mu\text{m}$ . Estos datos sugieren que se requeriría un acondicionamiento ácido previo de la dentina a la aplicación del mencionado sistema adhesivo.

En base a los dos estudios anteriormente citados (64,82) se puede inferir el por qué los sistemas autograbantes presentan resultados más deficientes, en lo que a adhesión dentinaria respecta (81), lo cual evidentemente está vinculado a una capa híbrida de menor calidad que explica el mayor grado de microfiltración marginal que evidenciaron las restauraciones realizadas con la técnica de autograbado en el presente estudio.

Según la literatura disponible, se puede deducir que el pH ácido que poseen los monómeros acídicos autograbantes del XP BOND®, TBC y PENTA, no resultaría ser suficiente para permeabilizar los túbulos dentinarios, ni tampoco para que se formen los *tags* y se produzca una adhesión efectiva a la dentina, ya que ésta última depende de la profundidad de la desmineralización, la cual a su vez está en función del pH del acondicionador empleado (30). Si se compara el pH del gel de ácido ortofosfórico 37%, que es cercano a 0.5, con el

de los adhesivos autograbantes el cual resulta cercano a 2, se puede concluir que estos últimos presentan un grabado de menor profundidad y, por tanto, una adhesión de menor calidad en dentina (5,58,64). Este punto resulta ser controversial, respecto a la particular formulación del adhesivo en estudio, hay autores que le atribuyen la función autograbante en dentina a los mismos monómeros, TCB y PENTA, junto a dimetacrilatos polimerizables y monómeros resinosos hidrofílicos (HEMA) (79), incluso, se señala que la entidad monomérica PENTA, tendría una afinidad química covalente al calcio de la dentina y esmalte; asimismo mediante investigaciones más recientes con espectroscopía de Raman, se ha evidenciado la formación de una unión covalente entre el grupo éster PENTA y el calcio de los tejidos dentarios. Esto implicaría la formación de una verdadera adhesión química con la estructura dentaria (83), lo que concuerda con el estudio de Castillo y cols. (80), quienes concluyeron que el XP BOND® al ser usado como autograbante, produce resultados satisfactorios en dentina, sin diferencias significativas respecto al procedimiento de grabado ácido total; sin embargo en esmalte muestra todas las deficiencias de los sistemas autograbantes convencionales.

Por otro lado, Ikemura y cols. (79) en sus investigaciones respecto al monómero HEMA constituyente de XP BOND®, concluyeron que este monómero puede ser hidrolizado en soluciones acídicas, provocando la retención de agua dentro de la estructura de la capa híbrida con los consecutivos efectos adversos para el fenómeno adhesivo (84,85).

Van Meerbeek y cols. (55), investigaron sobre los últimos sistemas disponibles, tanto autograbantes como grabado ácido total, concluyendo que los sistemas adhesivos autograbantes, podrían establecer una unión química con el calcio de los cristales de hidroxiapatita remanentes del barro dentinario, los que permanecerían adheridos a las fibras colágenas de la dentina, posibilitando la interacción química con grupos funcionales específicos de los monómeros adhesivos (10-MDP, 4-META y fenil-P ), ninguno de ellos presente en la formulación del XP BOND® (63,78).

Como se mencionó anteriormente, los sistemas autograbantes no eliminan el barro dentinario, al contrario, lo incorporan en la capa adhesiva; de

este modo, la combinación del adhesivo con el barro dentinario interfiere en la formación de la capa adhesiva ideal, disminuyendo la permeabilidad dentinaria e impidiendo la penetración del adhesivo a mayor profundidad. Por otro lado las propiedades del adhesivo se modifican, al combinarse con los remanentes del barro dentinario no eliminado, por tanto la adhesión e integridad del sellado marginal que otorgue a la restauración serán afectadas (81).

Rosales, quien evaluó el sellado marginal de una serie de adhesivos de grabado total y autograbantes en restauraciones gingivales (Clase V), luego de someter las muestras al termociclado, concluyó que el adhesivo XP BOND®, presentó el mejor sellado marginal con una menor microfiltración, al utilizarlo con la técnica de grabado ácido total, comparado con otros sistemas que utilizan el mismo procedimiento adhesivo (58,86).

Con el afán de comprobar la efectividad de los adhesivos autograbantes versus los adhesivos convencionales de grabado ácido total, se disponen de estudios respecto a la resistencia adhesiva a las fuerzas de tensión y cizallamiento. Cabe destacar el trabajo de Castillo que utilizó precisamente al adhesivo XP BOND®, concluyó que la resistencia adhesiva de restauraciones adheridas a dentina, utilizando sistemas de grabado ácido total es mayor que la de restauraciones realizadas con sistemas autograbantes, aunque estas diferencias no serían estadísticamente significativas, por lo que este estudio concluye que los adhesivos autograbantes podrían ser tan efectivos como los de grabado ácido total en dentina, en términos de resistencia adhesiva (80).

Respecto a la adhesión adamantina, diversos son los reportes en la literatura que describen un pobre desempeño clínico de los adhesivos autograbantes (58), que quedan manifiestos por fracasos a mediano plazo de las restauraciones de resina compuesta; este hecho se puede explicar por la nula trabazón micro mecánica y la baja reactividad que se genera entre el sistema autograbante y el componente mineral adamantino, es por este motivo que algunos autores han esbozado una nueva aproximación respecto a la técnica adhesiva a ambos sustratos con el fin de optimizar el rendimiento de los sistemas autograbantes, en consecuencia, se indicaría un *grabado selectivo del esmalte*, como una solución a esta problemática en lo que a sellado

marginal respecta, combinando el patrón de grabado adamantino, junto con el acción autograbante en dentina, la cual parece ofrecer mejores perspectivas a largo plazo, mediada la unión química que se establecería (30,63,87).

Sin embargo Muñoz y cols (66), concluyeron que esta técnica ha mostrado ser inapropiada, debido a que es probable que durante el proceso de grabado del esmalte se acondicione accidentalmente al sustrato dentinario, en especial cuando se hace uso de un gel ácido de baja viscosidad, asemejándose a un acondicionamiento ácido total, fenómeno que genera una considerable disminución en la fuerza adhesiva al sustrato dentinario al emplear un sistema autograbante, debido a la total eliminación del barro dentinario (88). Los resultados del presente estudio resultan ser contradictorios a lo señalado anteriormente, debido a que la menor microfiltración marginal de las restauraciones fue evidenciada en el grupo de grabado ácido total, este hecho podría ser explicado debido a que efectivamente bajo esta técnica, el XP BOND® otorga una mejor adhesión a nivel dentinario junto con un aceptable sellado marginal; otra posible explicación es que el adhesivo en estudio *no* tenga propiedades autograbantes lo cual generaría fallas con una desunión de la trama adhesiva a nivel dentinario, gatillando la segmentación de la unión adhesiva a nivel del borde cavo superficial en esmalte, fenómeno que se evidencia como una brecha a este nivel que determina una mayor microfiltración marginal, descartando de paso su categoría de adhesivo universal, debido a que estos últimos ofrecen buenos resultados independientemente del protocolo de acondicionamiento empleado por el operador (72).

Latta y cols. (89) plantean que el XP BOND® al utilizarse con la técnica de grabado ácido total, si se deseca la dentina, sería capaz de infiltrarse completamente bajo de la capa colapsada de colágeno actuando en la capa mineralizada subyacente a la dentina acondicionada producto del grabado ácido, formando una gruesa capa híbrida.

Por lo tanto, y de acuerdo a los resultados obtenidos, el adhesivo XP BOND® se desempeñaría mejor como un adhesivo de grabado ácido total en dentina, destacando entre los adhesivos actuales que utilizan esta misma

técnica adhesiva, no logrando resultados satisfactorios como adhesivo autograbante en dentina, ni tampoco contando con las características de adhesivo universal que se decía tener, siendo significativamente mayor el porcentaje de microfiltración cuando este adhesivo se emplea como sistema autograbante.

## **CONCLUSIONES.**

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio y bajo las condiciones en que se llevó el mismo, se puede concluir que:

- 1.- En los dos grupos de estudio, se evidenció microfiltración marginal, cuando se utilizó el XP BOND ®
- 2.- Las restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de grabado ácido selectivo, utilizando el XP BOND ®, presentaron en promedio un mayor porcentaje de microfiltración marginal.
- 3.- Finalmente y en consecuencia a los resultados obtenidos en el presente estudio, se rechaza la hipótesis nula planteada “No existen diferencias significativas en el grado de filtración marginal obtenido en las restauraciones de resina compuesta, realizadas con adhesivo XP BOND ®, utilizado con la técnica de grabado ácido total o de grabado ácido selectivo del esmalte”.

## **SUGERENCIAS.**

Luego de realizar la presente investigación y analizar los resultados se sugiere:

1.- Realizar un estudio que evalúe la resistencia adhesiva que alcanzan las restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND®, mediante las técnicas de acondicionamiento descritas.

2.- Realizar un estudio in vivo, para evaluar el comportamiento clínico a largo plazo de las restauraciones de resina compuesta realizadas empleando el sistema adhesivo XP BOND®, mediante ambas técnicas descritas.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- 
1. Urzúa I, Stanke F, Mariné A (1999), "Nuevas estrategia en Cariología". pp 10-17. FOUCH.

- 
2. Astorga C, Bader M, Baeza R, Ehrmantraut M, Ribera C, Vergara J (2004). "Propiedades Generales: Materiales cerámicos". *Texto de Biomateriales Odontológicos Tomo I*. pp 49-61. Cap. VI.
  3. Leinfelder y cols (1998); "Amalgam substitute, a new polymer material". *Oral Health*; pp 57-62.
  4. Mariné A, Stanke F, Urzúa I (1997) "Caries: Tratamiento de una enfermedad infectocontagiosa". *Primera Edición*. pp 17-20. Cap IV, FOUCh.
  5. Henostroza G (2003). "Adhesión en Odontología Restauradora", Editorial Maio.
  6. Barrancos J (2007). "Operatoria Dental". *Ed. Medica Panamericana. Cuarta Edición* pp 784-786. Cap XXXVIII. FOUCh
  7. Sturdevant C. (1999). "Arte y ciencia Operatoria dental". *Harcourt Brace. Tercera. Edición*. pp 1-8. Cap. I. FOUCh
  8. Macchi (2007) "Materiales Dentales", *Editorial médica Panamericana. Cuarta Edición*. pp 115-120. Secc. II. Cap V. FOUCh.
  9. Craig R (1988). "Materiales dentales restauradores" 7ma edición, Editorial Mundi, pp: 237-266. Cap 10. Pp: 41-65.
  10. Ehrmantraut M, Bader M. (1994) "Polimerización de Resinas Compuestas a Través de Estructuras Dentarias". *Rev. FOUCh. 12 (2): 22-27*.
  11. Cordero V (2004). "Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de restauraciones en resina compuesta realizadas con técnica adhesiva con grabado ácido total v/s un sistema adhesivo autograbante". Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano-Dentista, FOUCh.
  12. Ehrmantraut M. (2002). "Unidad de resinas compuestas". Texto de la Asignatura de Biomateriales Odontológicos, FOUCh.

- 
13. Phillips, R (1986). "La Ciencia de los Materiales dentales de Skinner". 7ª Edición. Editorial Interamericana, 583. p.p 18-439. Cap. 2.
14. Peutzfeldt A (1997). "Resin composite in dentistry: the monomer system" *Eur. J. Oral Sci* 105: 97-116.
15. Fortin, D, Vargas, MA (2000). "The spectrum of composites: new techniques and materials". *JADA*. 131: 26-30.
16. Labarca, P. A, Baez, H.D (1992). "Análisis del grado y profundidad de polimerización, a través de la resistencia al desgaste en resinas compuestas fotoactivadas" Trabajo de investigación requisito para optar al Título de Cirujano Dentista. pp: 3-23. FOUCh.
17. Villarroel M. (2003). "Fotopolimerización de resinas compuestas y conceptos afines". pp 22-29. FOUCh,
18. Toledano P.M. Osorio Ruiz R, Sanchez Aguilera F, Osorio Ruiz E. (2003) "Arte y Ciencia de los Materiales Odontológicos". *Ediciones Avances Medico-Dentales*. pp 135-138 Cap VIII.
19. Owens B, Johnson W, Harris E (2006). "Marginal permeability of self-etch and total-etch adhesive systems". *Operative Dentistry* 31(1): 60-67.
20. Alani A H, Toh C G (1997). Detection of microleakage around dental restorations: A review. *Operative Dentistry* 22: 173-185.
- 21 Raul J. Spadiliero M., Uribe J. (1990) "Sistemas Resinosos Compuestos" *Editorial Avances Médicas Centrales*. pp 122-128.
22. Swift Jr EJ, Perdigao J, Heymann HO (1995). "Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art". *Quintessence Int* 26 (2):95–110
23. Aguirre, A., Mery, C., Montenegro, M (1986). "Histología y Embriología del Sistema Estomatognático 2" 138. pp 61-75. FOUCh.

- 
24. Carpena Lopes g., Greenhalgh Thys D., Klauss P., Mussi G., Widmer N. (2007). "Enamel Acid etching: a review". *Compendium* 28 (1): 662-669
25. O'Brien W (1997). "Dental materials and their selection". *Segunda Edición. Editorial Quintessence Int.* p. 39-48. Cap. IV.
26. Buonocore MG, Matsui A, Gwinnett AJ (1968). "Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding". *Arch. Oral Biol.* 13(1): 61-70.
27. Pashley DH, Tay FR (2001). "Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives, Part II: etching effects on unground enamel". *Dental Materials* 17: 430-44.
28. Hannig M, Bock H, Bott B, Hoth-Hannig W (2002). "Inter-crystallite nanoretention of self-etching adhesives at enamel imaged by transmission electron microscopy". *European Journal of Oral Sciences* 110: 464-70.
29. Perdigão J, Lopes L, Lambrechts P, Leitao J, Van Meerbeek B, Vanherle G (1997). "Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology". *American Journal of Dentistry* 10: 141-6.
30. Torres CP, Corona SA, Ramos RP, Palma-Dibb RG, Borsatto MC (2004). "Bond strength of self-etching primer and total-etch adhesive systems to primary dentin". *J. Dent. Child* 71(2): 131-4.
31. Fusayama T (1987). "Factors and prevention of pulp irritation by adhesive composite resin restorations". *Quintessence Int.* 18 (9): 633-41.
32. Perdigão J, Frankberger R, Rosa BT, Creschi L. (2000). "New trends in dentin/enamel adhesion". *AM. J. Dent.* 13.

- 
33. Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW (2003), "The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literatura". *Crit. Rev. Oral. Biol. Med.* 14(1): 13-29.
34. Perdigão J. (2010). "Dentin bonding- Variables related to the clinical situation and the substrate treatment". *Dental Materials* 26: 24-37.
35. Kugel G, Ferrari M (2000), "The science of bonding: from first to sixth generation" *JADA*. 131: 20-25.
36. Perdigão J (2007). "New developments in dental adhesion". *Dent. Clin. N. Am* 51: 333-57.
37. Pashley DH, Carvalho RM (1997). "Dentine Permeability and dentine adhesion". *J. Dent.* 25 (5): 355-72
38. Frankberger R, Perdigão J, Rosa BT, Lopes M (2001) "No bottle v/s Multibottle dentin adhesives a microtensile bond strength and morphological study". *Dental Materials* 17: 373-380
39. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E (1982). "The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth states". *J. Biomed. Mat. Res.* 16: 265–73
40. Nakabayashi N, Pashley DH (1998). "Hybridization of dental hard tissues". *Quintessence Publishing Company*. pp 25-30.
41. Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G (1998). "The Clinical Performance of Adhesives". *J. Dent.* 26(1):1-20.
42. Helvey GA. (2011). "Adhesive dentistry: the development of immediate dentin sealing/selective etching bonding technique". *Compend. Contin. Educ. Dent* 32(9):22, 24-32, 34-5.

- 
43. Perdigão J, Duarte S Jr, Lopes MM (2003). "Advances in dentin adhesion". *Compend. Contin. Educ. Dent.* 24:10-6.
44. Monsalves Bravo S., Astorga Meneses C., Bader Mattar M. (2011). "Evaluación del Grado de Adhesión a la Dentina de dos tipos de Adhesivos de Uso Clínico Actual". *Revista Dental de Chile* 102 (1) 4-12
45. Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M (1979). "Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin". *J. Dent. Res.* 58:1364–72.
46. Kanca J (1996). "Wet bonding: effect of drying time and distance". *Am. J. Dent.* 9:273–6.
47. Gwinnett AJ, Tay FR, Wei SHY (1996). "Bridging the gap between overly dry and overwet bonding phenomenon of dentin hybridization and tubular seal". *Quintessence.* 359–63.
48. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SHY (1994). "Structural evidence of a sealed tissue interface with total etch wet bonding technique, in vivo". *J Dent Res* 73: 629–36.
49. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH (1996). "The over wet phenomenon: an optical, micromorphological study of surface moisture in acid-conditioned, resin-dentin interface". *Am J Dent* 9(1):43–8
50. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P (2003). "Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges". *Operative Dentistry* 28: 647–60.
51. Matheus MP, Rogerio LS, Oliveira Ruellas, Franzotti E. (2010), "One-component self-etching primer: a seventh generation of orthodontic bonding system?". *European Journal of Orthodontics* 32: 567–570.

- 
52. Ferrari M, Goracci G, Garcia-Godoy F (1997). "Bonding mechanism of three "one-bottle" systems to conditioned and unconditioned enamel and dentin". *Am J Dent* 10: 224–30.
53. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H (2003). "In vitro degradation of resin-dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy". *Biomaterials* 24:3795-803.
54. Giannini M, Soares CJ, Carvalho RM (2004). "Ultimate tensile strength of tooth structures". *Dental Materials* 20: 322-9.
55. Van Meerbeek B.a, Yoshihara K. a, Yoshida Y. b, Mine A.c, De Munck J. a, Van Landuyt K.L.a (2011), "State of the art of self-etch adhesives". *Dental Materials*; 17–28.
56. Reis A, Loguercio AD, Azevedo CL, de Carvalho RM, da Julio Singer M, Grande RH (2003). "Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases". *Journal of Adhesive Dentistry* 5:183–92.
57. Van Meerbeek, M. Vargas, S. Inoue (2001), "Adhesives and cements to promote preservation dentistry". *Operative Dentistry* 6, pp. 119–144.
58. Cabezas J (2012). "Estudio comparativo in vitro del grado de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo Dentsply XP BOND™ utilizado con y sin grabado ácido total. Trabajo de investigación para optar al Título de Cirujano Dentista. FOUCh.
59. Kanemura N, Sano H, Tagami J (1999). "Tensile bond strength to and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces". *J. Dent.* 27(7):523-30.
60. Masao Hanabusa, Atsushi Mine, Takuo Kuboki, Yasuko Momoi, Annelies Van Ende, Bart Van Meerbeek, Jan De Munck (2012). "Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine". *Journal of dentistry.* 40(6):475-84.

- 
61. Van Landuyt KL, Kanumilli P, De Munck J, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B (2006). "Bond strength of mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching". *Journal of Dentistry* 34:77–85.
62. Jacques P, Hebling J (2005). "Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system". *Dental Materials* 21:103–9.
63. Sabine Geerts, Amandine Bolette, Laurence Seidel, Audrey Gueders (2012), "Research Article An In Vitro Evaluation of Leakage of Two Etch and Rinse and Two Self-Etch Adhesives after Thermocycling", *Int J. Dent.* 2012:852841.
64. Bevensee I (2012), "Estudio descriptivo in vitro, al microscopio electrónico de barrido, de la unión a dentina de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND con y sin grabado ácido previo". Trabajo de Investigación para optar al Título de Cirujano Dentista. FOUCh.
65. Bader M, Astorga C, Baeza R, Ehrmantraut N, Villalobos J. (1996). "Biomateriales Dentales Propiedades Generales". *Primera Edición Tomo 1*. Pp 56-61. Cap VI. FOUCh.
66. Muñoz M, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio A D., Campanha NH (2013). "Immediate bonding properties of Universal Adhesives to dentine". *Journal of Dentistry* 41; 404 – 411.
67. Spencer P, Ye Q, Park J, Topp EM, Misra A, Marangos O, Wang Y, Bohaty BS, Singh V, Sene F, Eslick J, Camarda K, Katz JL (2010). "Adhesive/Dentin interface: the weak link in the composite restoration". *Ann Biomed Eng* 38 (6):1989-2003.
68. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA (1993). "Permeability of dentin to adhesive agents". *Quint. Int.* 24: 618–631.
69. Vega C (2013); "Estudio Comparativo in vitro de la Resistencia Adhesiva de restauraciones de Resina Compuesta realizadas con Single Bond Universal ®

---

en sus formatos de Grabado Ácido Total y Autograbante”. Trabajo de investigación para optar al Título de Cirujano Dentista, FOUCh.

70. Hashimoto M, Qhno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Quchi H, (2000) “In vivo degradation of resin- dentin bonds in humans over 1-3 years”. *J Dent Res* 79: 1385-9.

71. Lopes GC, Baratieri LN, de Andrada MA, Viera LC. (2002). “Dental adhesión: Present state of the art and the future perspectives”. *Quintessence Int.* 33(3):213-24.

72. Ibáñez M (2013), “ Análisis descriptivo in vitro al microscopio electrónico de barrido de la interfase de restauraciones realizadas con Single Bond Universal ® con y sin grabado ácido previo”. Trabajo de Investigación para optar al Título de Cirujano Dentista, FOUCh.

73. Sano H, Shono T, Takatsu T, Hosoda H (1994). Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. *Operative Dentistry* 19: 59–64.

74. Spencer P, Swafford JR (1999). “Unprotected protein at the dentin adhesive interface”. *Quintessence International* 30: 501–7.

75. Tay FR, Gwinnett JA, Wei SH (1996). “Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free acetone-based, single bottle primer/adhesives”. *Dental Materials* 12: 236–44.

76. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M (2005). “A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results”. *Journal of Dental Research* 84:118–32.

77. Miyazaki M, Onose H, Moore BK (2002). “Analysis of the dentin resin interface by use of laser Raman spectroscopy”. *Dental Materials* 18:576–80.

78. XP BOND Universal Total-Etch Adhesive. Directions for use.

- 
79. Ikemura K, Kadoma Y and Takeshi ENDO (2011). "A review of the developments of self-etching primers and adhesives - Effects of acidic adhesive monomers and polymerization initiators on bonding to ground, smear layer-covered teeth". *Dental Materials Journal* 30(6): 769–789.
80. Castillo B (2011). "Estudio comparativo in vitro del grado de resistencia adhesiva en dentina de restauraciones de resina compuesta realizadas con XP BOND con y sin grabado ácido previo". Trabajo de investigación requisito para optar al Título de Cirujano Dentista, Facultad de Odontología, U. Finis Terrae.
81. Oleksiuk N (2008). "Análisis comparativo in vitro del sellado marginal de restauraciones de Resina Compuesta realizadas con dos adhesivos de distinta técnica de aplicación". Trabajo de investigación para optar al Título de Cirujano Dentista, FOUCh.
82. Mithra N Hegde, Priyadarshini Hegde, and C Ravi Chandra (2012). "Morphological evaluation of new total etching and self etching adhesive system interfaces with dentin". *J. Conserv. Dent.* 15 (2): 151–155.
- 83 Lattaa MA (2007). "Shear bond strength and physicochemical interactions of XP Bond". *J. Adhes. Dent.* 9 (2):245-8.
84. De Munck J, Arita A, Shirai K, Van Landuyt KL, Coutinho E, Poitevin A, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B (2007). "Microrotary fatigue resistance of a HEMA-free all-in-one adhesive bonded to dentin". *J Adhes. Dent.* 9: 373-379.
85. Nishiyama N, Suzuki K, Yoshida H, Teshima H, Nemoto K (2004). "Hydrolytic stability of methacrylamide in acidic aqueous solution". *Biomaterials* 25: 965-969.
86. Rosales-Leal JI (2007). "Microleakage of Class V composite restorations placed with etch-and-rinse and self-etching adhesives before and after thermocycling". *J. Adhes. Dent.* 9(2):255-9.

- 
87. M. Peumans, J. De Munck, K.L. Van Landuyt, A. Poitevin, P. Lambrechts, B. Van Meerbeek (2010). "Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching". *Dental Materials* 26; 1176–1184.
88. Van Landuyt KL, Peumans M, De Munck J, Lambrechts P, Van Meerbeek B (2006). "Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive". *Dental Materials* 22: 533–44.
89. Lattaa MA (2007). "Shear bond strength and physicochemical interactions of XP Bond". *J. Adhes. Dent.* 9 (2):245-8.

## ANEXO N°1

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO  
TOMA DE MUESTRAS DENTARIAS PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.**“Estudio comparativo in vitro del grado de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND ®, utilizando la técnica de grabado ácido total y de grabado ácido selectivo del esmalte ”**

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar o no, en una Investigación Odontológica.

El alumno *Jorge Esteban Osoros Ibáñez*, que realiza su Tesis de Grado en el Área de Biomateriales Dentales del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, bajo la Tutoría del Prof. Dr. Marcelo Bader Mattar, está realizando un estudio cuyo objetivo es evaluar el comportamiento de un sistema adhesivo para Resinas Compuestas, al ser utilizado bajo diferentes protocolos de aplicación.

Para llevar adelante esta Investigación se requiere utilizar piezas dentarias sanas, recientemente extraídas. Usted ha concurrido a este servicio Odontológico con una indicación de extracción solicitada por su Odontólogo, motivo por el cual se le solicita que done y autorice el uso de estas piezas dentarias para esta Investigación.

Su participación en esta Investigación es absolutamente voluntaria, sin que su decisión afecte la calidad de la atención odontológica que le preste esta Institución. Usted no se beneficiará económicamente por participar en esta Investigación, del mismo modo que este estudio no tendrá costos adicionales para Usted.

Todos los datos relacionados con su persona serán guardados de forma confidencial. Las muestras serán almacenadas indefinidamente con un Código, hasta su utilización en el Laboratorio para el fin antes explicado y se utilizarán única y exclusivamente para esta Investigación.

Es posible que los resultados obtenidos en este estudio sean presentados para su publicación en alguna revista científica o presentados en algún Congreso o en Conferencias sobre el tema, sin embargo, su Identidad e Información personal no será divulgada.

Si usted desea conocer los resultados de la Investigación, o si tiene cualquier otra duda, puede contactar a Jorge Esteban Osoros Ibáñez, al teléfono: (9)- 95992416.

He leído lo anteriormente descrito, se me ha explicado el propósito de esta Investigación y mis dudas han sido aclaradas. Con mi firma voluntaria de este documento consiento en donar las piezas dentarias que requiero extraerme para ser utilizadas en este estudio. Se me entregará una copia firmada de este documento y si solicito información, ella me será entregada por los Investigadores.

---

Nombre del Donante

---

Fecha  
del donante

Firma

---

Nombre de la Persona que obtiene el Consentimiento  
Firma