



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLÓGÍA RESTAURADORA  
ÁREA DE BIOMATERIALES DENTALES

**ANÁLISIS DESCRIPTIVO AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO DE  
LA INTERFACE DIENTE-RESTAURACIÓN UTILIZANDO EL ADHESIVO  
PEAK® UNIVERSAL BOND CON Y SIN GRABADO ÁCIDOPREVIO (*ESTUDIO IN  
VITRO*)**

**Carolina Belén Barrientos Arteaga**

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

**TUTOR PRINCIPAL  
Prof. Dr. Marcelo BaderMattar**

**TUTOR ASOCIADO  
Dr. Pedro Terrazas Soto**

**Santiago-Chile  
2012**





UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLÓGÍA RESTAURADORA  
ÁREA DE BIOMATERIALES DENTALES

**ANÁLISIS DESCRIPTIVO AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO DE  
LA INTERFACE DIENTE-RESTAURACIÓN UTILIZANDO EL ADHESIVO  
PEAK® UNIVERSAL BOND CON Y SIN GRABADO ÁCIDO PREVIO (*ESTUDIO IN  
VITRO*)**

**Carolina Belén Barrientos Arteaga**

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

**TUTOR PRINCIPAL  
Prof. Dr. Marcelo BaderMattar**

**TUTOR ASOCIADO  
Dr. Pedro Terrazas Soto**

**Santiago-Chile  
2012**

*“Dedico este trabajo a mis padres,  
quienes han estado siempre a mi  
lado y me han apoyado en cada  
paso que he dado”*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Prof. Dr. Marcelo Bader por su buena disposición, paciencia y ayuda, virtudes que hicieron posible este trabajo.

A mi mamá, papá y hermano por estar siempre a mi lado, apoyarme incondicionalmente y hacer posible el cumplimiento de mis metas.

A Sebastián, por su inmenso apoyo, por dedicarme su tiempo y amor, y hacerme feliz.

A mis amigas, por hacer de la Universidad una etapa inolvidable.

A todos quienes trabajan en la Facultad; profesores y funcionarios, muchas gracias por su entrega y dedicación.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	1
MARCO TEÓRICO .....	3
OBJETIVOS.....	25
MATERIALES Y MÉTODO .....	26
RESULTADOS.....	33
DISCUSIÓN .....	44
CONCLUSIONES .....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXOS.....	53

## **RESUMEN**

### **Introducción**

En la actualidad las técnicas de adhesión han tenido una rápida evolución. Con el fin de facilitar el trabajo profesional y obtener resultados más predecibles han surgido nuevos tipos de sistemas adhesivos denominados universales. Éstos señalan poder ser utilizados con o sin grabado ácido previo, obteniendo el mismo resultado clínico, es decir, una buena adhesión tanto a esmalte como a dentina. Uno de ellos es el Sistema Adhesivo Peak<sup>®</sup>Universal Bond (Ultradent), pero dado que se trata de un sistema de muy reciente aparición y sin evidencia científica que respalde su real performance clínica, se desarrolló el presente estudio.

### **Materiales y Método**

Se utilizaron 5 terceros molares sin caries recientemente extraídos, a los cuales se les confeccionaron dos preparaciones cavitarias clase V, una por vestibular y otra por palatino/lingual, con dimensiones estandarizadas, las cuales fueron obturadas con resina compuesta, utilizando el Sistema Adhesivo Peak<sup>®</sup>Universal Bond para ambos protocolos según lo indicado por el fabricante. En todas las preparaciones palatino/linguales se utilizó la técnica de grabado ácido total, mientras que en las vestibulares, se restauró mediante el procedimiento de autograbado.

Luego de restauradas las piezas dentarias fueron cortadas mediante un disco diamantado, y posteriormente preparadas para ser observadas al Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) a 100X, 500X, y 2000X.

## **Resultados**

Las observaciones realizadas de la interface diente-restauración a nivel cavo superficial, de pared lateral y piso cavitario, mostraron una buena unión de la resina compuesta tanto a esmalte como a dentina. No se observaron brechas entre las estructuras en ninguna de las restauraciones observadas.

## **Conclusión**

El estudio realizado demuestra que este nuevo sistema adhesivo, es capaz de generar una buena adaptación entre resina compuesta y estructura dentaria, sea sobre esmalte o dentina, utilizando tanto la técnica de grabado ácido como la de autograbado.



## **MARCO TEÓRICO**

El Sistema Estomatognático es un complejo conjunto de estructuras anatómicas interrelacionadas que actúan de forma conjunta y permiten realizar funciones vitales y cotidianas tales como comer, respirar, succionar, reír y hablar, entre otras; y para que dichas funciones puedan ser realizadas en condiciones de salud, se requiere la integridad de todos sus componentes. (Mariné, A., Stanke, F. y cols., 1997; Romo F., Díaz W. y cols., 2011)

Las piezas dentarias no están ajenas a esto y es por eso que la mantención de la salud o recuperación de ésta es fundamental y se debe velar para que la integridad de la estructura se mantenga; la que puede verse afectada por traumatismos, malformaciones o infecciones, donde la enfermedad de Caries dental tiene gran relevancia, de hecho es la principal causa a nivel mundial de pérdida de estructura dentaria. (Mariné, A., Stanke, F. y cols., 1997)

A nivel mundial la Caries tiene una incidencia de 94% y en Chile de 98%, por lo que constituye uno de los mayores problemas de Salud Pública en el mundo. Es una enfermedad infectocontagiosa que provoca pérdida localizada de minerales en los dientes afectados, causada por ácidos orgánicos provenientes de la fermentación microbiana de los hidratos de carbono de la dieta. Esta enfermedad tiene un carácter multifactorial y comúnmente es crónica. Su aparición depende de tres factores primarios que son: el hospedero representado por los dientes, los microorganismos de la región y la dieta consumida; estos factores constituyen la Tríada de Keyes, a la cual se ha agregado el factor tiempo en el que todo ello coexiste. (Mariné, A., Stanke, F. y cols., 1997)

La caries provoca un deterioro continuo de la estructura dentaria que si no es detectado oportunamente se hará irreversible desde el punto de su auto reparación, es decir, la remineralización de los tejidos afectados. Cuando esto ocurre su tratamiento es inevitablemente quirúrgico, eliminando mecánicamente los tejidos dañados, y rehabilitándolos con algún material de restauración que

asuma la función de las estructuras dentarias perdidas. (Mariné, A., Stanke, F. y cols., 1997)

La Odontología Restauradora tiene como objetivo devolver la funcionalidad y anatomía de dichas piezas dentarias que por causa de la enfermedad de caries, traumatismos o malformaciones presentan pérdida o falta de tejidos. Para ello se debe recurrir a la utilización de los biomateriales dentales y así recuperar y mantener la salud y equilibrio del ecosistema bucal. Hoy en día existen una serie de materiales que pueden cumplir con los objetivos planteados anteriormente, los cuales pueden ser aplicados de forma directa o indirecta según sea la necesidad, pero son, sin duda los de tipo estético los más requeridos por los pacientes debido a su aspecto natural. (Craig R., O'Brien W. y cols., 1996)

Dentro de los materiales estéticos que logran resultados ópticos satisfactorios encontramos las Resinas Compuestas. Sin embargo éstas no logran aún la deseada unión química con el tejido dentario y es por esta razón que se recurre a lograr adhesión de tipo micromecánica, la que se puede obtener mediante la utilización de variadas técnicas clínicas. (Craig R., O'Brien W. y cols., 1996)

## **ADHESIÓN**

Etimológicamente la palabra adhesión proviene del latín *adhaerere*, *ad* (*para*), *haerere* (*pegarse*). En la terminología adhesiva se refiere a cualquier unión o enlace de una sustancia a otra. La adhesión se refiere a la interacción de fuerzas entre átomos o moléculas de una interface que mantiene juntas a dos estructuras, y el periodo de tiempo que permanece dicha unión se denomina durabilidad. Cuando las partículas a unir son de distinta naturaleza se denomina fuerza de adhesión, y cuando son de la misma; fuerza de cohesión. (Astorga C., Bader M. y cols., 2004)

Existen dos grandes tipos de adhesión, los que se definirán a continuación:

- **Adhesión de tipo física o mecánica:**

Se produce debido a una trabazón mecánica o entrecruzamiento de 2 fases a unir (efecto geométrico), o bien por la generación de tensiones entre las dos superficies (efecto reológico). (Astorga C., Bader M. y cols., 2004)

Esta adhesión mecánica a su vez puede ser:

a) *Macromecánica*: en este caso ambas estructuras quedan trabadas debido a su morfología macroscópica, como ejemplo de ello podemos mencionar tallados cavitarios que buscan retención y anclaje como paredes retentivas, pines, surcos, entre otros. (Astorga C., Bader M. y cols., 2004)

b) *Micromecánica*: en este caso las estructuras quedan igualmente trabadas, pero en función de su morfología microscópica, como microrretenciones, asperizado de superficie, microporosidades, etc. (Astorga C., Bader M. y cols., 2004)

Es muy importante destacar que la adhesión mecánica se puede producir tanto por efectos geométricos, reológicos, o una combinación de ambos. (Astorga C., Bader M. y cols., 2004)

- **Adhesión de tipo química o específica:**

Este tipo de unión se produce por la interacción entre átomos y/o moléculas, la cual permite mantener ambas partes en íntimo contacto debido a la gran cantidad de enlaces y fuerzas que se producen entre ambas superficies. (Astorga C., Bader M. y cols., 2004)

A su vez la podemos clasificar de acuerdo al tipo de enlaces generados:

a) *Enlaces primarios*: se producen entre átomos, por lo que son de alta energía de unión. Aquí tenemos los enlaces iónicos, covalentes y metálicos. (Astorga C., Bader M. y cols., 2004)

b) *Enlaces secundarios*: Al ser entre moléculas tienen una menor energía de unión en comparación con los enlaces primarios, y podemos encontrar las Fuerzas de Van der Waals, Puentes de Hidrógeno, y Fuerzas de dispersión o de London. (Astorga C., Bader M. y cols., 2004)

Para que la adhesión se produzca de forma adecuada se deben tener en consideración una serie de factores, los que influyen directamente en ella, y son los siguientes:

**Adaptación**: se refiere principalmente a la morfología de cada una de las superficies a unir, tanto en el ámbito macro como micromecánico, ya que de ello dependerá en gran medida el grado de unión que se logrará, mientras mejor adapte, es decir mientras más íntimo sea el contacto entre las estructuras, mejor será la adhesión entre ellas. (Astorga C., Bader M. y cols., 2004)

**Energía superficial**: se define como la suma de todas las fuerzas intermoleculares que se encuentran en la superficie de un material, es decir, el grado de atracción o repulsión que la superficie de un material ejerce sobre otro.

(Astorga C., Bader M. y cols., 2004)

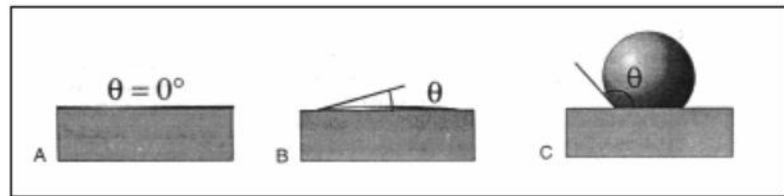
**Tensión superficial**: es la manifestación de energías libres de un líquido, es decir la manifestación interna de sus fuerzas cohesivas para mantener su configuración. Debido a esta fuerza existen la formación de gotas en los líquidos y su mantención en el tiempo, la Figura 1 muestra el fenómeno. (Astorga C., Bader M. y cols., 2004)



Figura 1. Formación de gotas de agua debido a tensión superficial del líquido.

**Humectancia:** aquella propiedad de los líquidos de fluir más o menos fácilmente por la superficie de un sólido creando capas delgadas y continuas que facilita el contacto más íntimo de las superficies a unir. De este modo, el líquido interpuesto entre ambas superficies se introduce por los espacios vacíos permitiendo la coaptación entre las partes. (Astorga C., Bader M. y cols., 2004)

**Ángulo de contacto:** es aquel ángulo que se forma entre la tangente a la periferia de la gota que forma el líquido y la superficie del sólido, con el fin de que el líquido moje la superficie sólida. Mientras más pequeño sea el ángulo, mayor es la humectancia de dicho líquido. (Astorga C., Bader M. y cols., 2004)



**Figura 2. Ángulo de contacto** (Sandoval M., 2005)

La Figura 2 representa los distintos ángulos de contacto de un líquido sobre una superficie. A: ángulo de contacto ( $\Theta$ )  $0^\circ$ , cuando el líquido toca la superficie por completo y se distribuye libremente. B: ángulo de contacto pequeño. C: ángulo amplio que implica mala humectación.

## **ADHESIÓN A TEJIDOS DENTARIOS**

Los dientes están conformados por distintos tejidos, que difieren entre sí en composición, localización y cantidad, lo cual determinará una forma de adhesión específica a cada uno de ellos con el procedimiento restaurador. (Swift E., Perdigao J. y cols., 1995)

## Esmalte

En primer lugar tenemos al esmalte, que es el tejido más mineralizado y por lo tanto más duro de nuestro cuerpo. Está compuesto mayoritariamente de hidroxiapatita,  $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$  en un 95%, seguido de agua (4%) y finalmente colágeno (1%). Este tejido recubre toda la corona anatómica de las piezas dentarias, y se extiende desde el límite amelo-dentinario hasta la superficie externa, su unidad constitutiva se denomina prisma, cuyo diámetro varía entre los 4  $\mu m$  y los 6  $\mu m$ . (Swift E., Perdigao J. y cols., 1995)

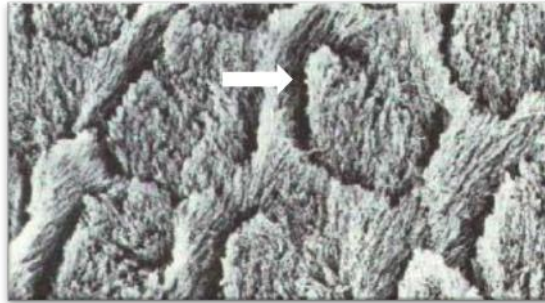
La adhesión a esmalte está en estrecha relación con el acondicionamiento de su superficie, el que busca cambiar una superficie lisa y suave, por una rugosa y áspera y así aumentar su superficie de contacto y energía superficial. El acondicionamiento de superficie más comúnmente utilizado se realiza con ácido ortofosfórico en concentraciones que van desde el 35% al 40%, siendo la de 37% la más utilizada. Este grabado de la superficie produce distintos patrones de desmineralización, los que se han clasificado de la siguiente forma: (Swift E., Perdigao J. y cols., 1995; Astorga C., Bader M. y cols., 2004)

**Tipo I:** desmineraliza preferentemente el centro de los prismas, quedando la periferia relativamente intacta. En la Figura 3, imagen del Microscopio Electrónico de Barrido las flechas indican el centro del prisma que fue desmineralizado. (Swift E., Perdigao J. y cols., 1995; Astorga C., Bader M. y cols., 2004)



**Figura 3. Patrón de grabado ácido del esmalte Tipo I.** (Sandoval M., 2005)

**Tipo II:** desmineraliza en su mayoría la periferia de los prismas, de forma inversa al patrón anterior. En la Figura 4, imagen al Microscopio Electrónico de Barrido, se indica con flecha la periferia del prisma que fue desmineralizado. (Swift E., Perdigao J. y cols., 1995; Astorga C., Bader M. y cols., 2004)



**Figura 4. Patrón de grabado ácido del esmalte Tipo II.**(Sandoval M., 2005)

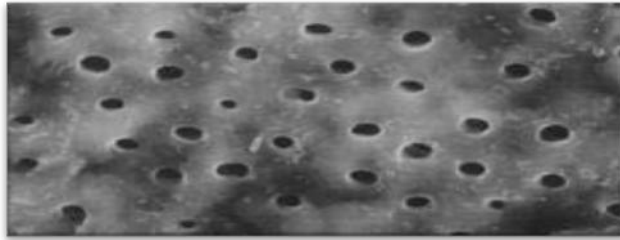
**Tipo III:** la desmineralización afecta independientemente al centro de los prismas y a la periferia, por lo que se obtiene un patrón irregular. La Figura 5, imagen al Microscopio Electrónico de Barrido señala este tipo de caso. (Swift E., Perdigao J. y cols., 1995; Astorga C., Bader M. y cols., 2004)



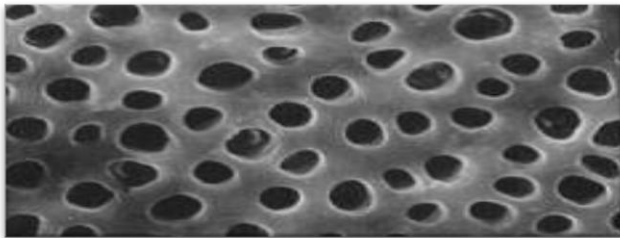
**Figura 5. Patrón de grabado ácido del esmalte Tipo III.**(Sandoval M., 2005)

## **Dentina**

Otro tejido presente en el diente es la dentina, la que forma parte mayoritaria de la estructura, se encuentra en el centro de ésta, y está constituida por la matriz dentinaria calcificada y las prolongaciones odontoblásticas, las cuales presentan un trayecto sinuoso a lo largo de todo su recorrido, además mientras más cercanos a la pulpa, mayor es su diámetro y su cantidad. Este tejido está constituido mayormente por estructura inorgánica (70%), en proporción le sigue la materia orgánica (18%) y finalmente el agua que está en menor proporción (12%). La dentina está estructurada según el grado de calcificación en dos áreas diferentes: la dentina peritubular y la intertubular. La Figura 6, imagen del Microscopio Electrónico de Barrido muestra la dentina superficial, mientras que la Figura 7, fotografía del Microscopio Electrónico de Barrido señala la dentina profunda. (Swift E., Perdigao J. y cols., 1995; Kinney J y Marshall G., 2003)



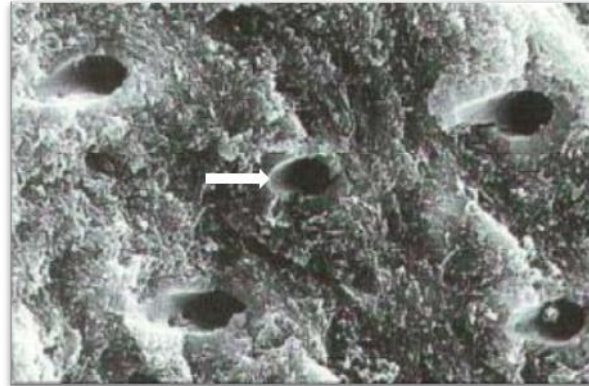
**Figura 6. Túbulos dentinarios en dentina superficial.**(Sandoval M., 2005)



**Figura 7. Túbulos dentinarios en dentina profunda.**(Sandoval M., 2005)

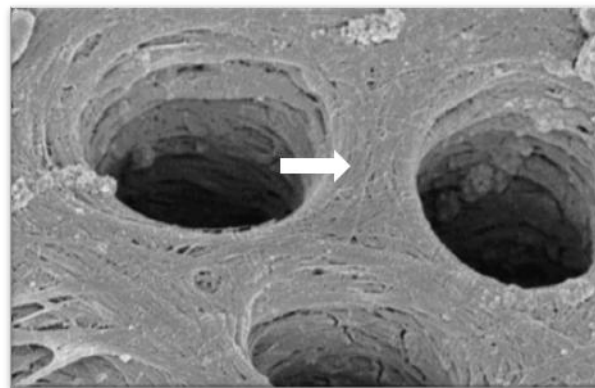


- **Dentina Peritubular:** zona anular que rodea el espacio canalicular, su grosor es menor a  $1\ \mu\text{m}$ , su contenido mineral es alto y presenta escasas fibras colágenas. Esta estructura forma parte de la pared de los túbulos dentinarios. La Figura 8, imagen del Microscopio Electrónico de Barrido muestra la dentina peritubular, mientras que la flecha señala un túbulo dentinario. (Swift E., Perdigao J. y cols., 1995; Kinney J y Marshall G., 2003)



**Figura 8. Dentina peritubular.** (Sandoval M., 2005)

- **Dentina Intertubular:** zona ubicada por fuera de la dentina peritubular y que constituye la mayor parte de este tejido, presenta numerosas fibras de colágeno. La Figura 9, fotografía del Microscopio Electrónico de Barrido muestra la dentina intertubular indicada por la flecha. (Swift E., Perdigao J. y cols., 1995; Kinney J y Marshall G., 2003)



**Figura 9. Dentina intertubular.** (Sandoval M., 2005)

Es importante destacar otra entidad que si bien no es parte estructural del diente, se forma al tratarlo con instrumentos de corte tanto rotatorios como manuales y se denomina *barro dentinario*, que juega un rol tan importante en la adhesión como los tejidos anteriormente mencionados. Se define como una película compuesta por elementos orgánicos e inorgánicos sobre la superficie dentinaria a partir de los procedimientos de corte y que tiene un espesor en el rango de 0.5  $\mu\text{m}$  a 5  $\mu\text{m}$ . Si el barro dentinario no es eliminado ocluye los túbulos dentinarios, actuando como una barrera. (Marshall G., 1997; Kugel G. y Ferrari M., 2000; Kinney J y Marshall G., 2003)

A lo largo de los años, la Odontología restauradora ha ido incorporando distintos tipos de materiales, y hoy en día los de tipo adhesivos han cobrado gran relevancia debido a sus favorables propiedades tanto para el clínico, como para los pacientes. Dentro de este tipo de materiales podemos encontrar las Resinas Compuestas que corresponden a uno de los más utilizados, esto debido principalmente a sus propiedades estéticas. (Lutz, F.U., Krejci I. y cols., 1997; Anusavice, K., 2003)

## **RESINAS COMPUESTAS**

Las Resinas compuestas presentan en su composición estructural 3 elementos básicos:

- **Matriz:** Corresponde a la fase orgánica y se compone de una resina plástica, en su mayoría formada de monómeros de dimetacrilato alifáticos y/o aromáticos, generalmente Bis-GMA (Bisfenol-glicidil metacrilato) y UDMA (dimetacrilato de uretano). Debido a la gran viscosidad que presentan se les agregan monómeros de bajo peso molecular (dimetacrilatos) para controlar su consistencia y hacerlos menos viscosos. Esta fase orgánica es la responsable del endurecimiento de estos materiales y por ello se les atribuye el fenómeno de la contracción de polimerización. Además contiene las partículas de relleno. (Craig R., O'Brien W. y cols., 1996; Fortin D. y Vargas M., 2000)

- **Relleno:** Corresponde a la fase inorgánica, son partículas que se encuentran dispersas en la matriz, generalmente de tamaño pequeño y formas variables, dan refuerzo al material mejorando las propiedades mecánicas de la matriz orgánica y disminuyen la contracción de polimerización. (Craig R., O'Brien W. y cols., 1996; Fortin D. y Vargas M., 2000)
- **Agente de conexión:** Es una molécula de tipo bifuncional, que permite la unión entre la matriz de resina y su relleno de refuerzo. Este elemento es necesario para que haya una unión estable, resistente y durable en el tiempo, de ambas fases de la resina. Para lograr esto, los fabricantes tratan la superficie de las partículas de relleno con un compuesto silícico orgánico (silano), el que posee grupos que son capaces de reaccionar con el relleno y otros que reaccionan con la matriz orgánica. El vinil-silano fue uno de los primeros agentes de unión utilizados que posteriormente se reemplazó por el gama-metacriloxipropiltrimetoxi-silano, el cual proporciona una resina compuesta más resistente. (Craig R., O'Brien W. y cols., 1996; Fortin D. y Vargas M., 2000)

Las Resinas Compuestas se pueden clasificar de distintas formas, una de las cuales fue la enunciada por Lutz y Krejci, la que se basa en el tamaño de las partículas de relleno, y de acuerdo a eso se encuentran las siguientes categorías:

- **Resinas compuestas de macrorrelleno o convencionales:**

Fueron las primeras en aparecer y el tamaño de sus partículas oscilaba entre los 8 y 80  $\mu\text{m}$ . Su dureza era considerablemente mayor a la matriz orgánica, esto permitió una reducción significativa de la contracción de polimerización y aumentó en gran medida la resistencia mecánica, además su coeficiente de expansión térmica era bajo. El inconveniente de este tipo de relleno era su textura superficial, ya que incluso posterior a un buen pulido presentaba una superficie muy irregular, lo que iba en desmedro de la estética y mantención de la salud de aquella pieza dentaria, debido a que además de pigmentarse con facilidad, favorecía el acúmulo de placa

bacteriana con la consiguiente posibilidad de caries recidivante. Además presentaban baja resistencia al desgaste debido a que la matriz se desgastaba rápidamente, debido a la diferencia de durezas con el relleno, lo que provocaba la pérdida de partículas de relleno. (Cordero V., 2004; Sandoval M., 2005)

- **Resinas compuestas de microrrelleno:**

Fueron desarrolladas debido a la dificultad de pulido que presentaban las anteriores. Este grupo de resinas contiene un relleno de tamaño mucho menor y más uniforme, que se encuentra en el rango de los  $0.04\mu\text{m}$  a  $0.05\mu\text{m}$ . De esta forma se consigue una muy buena terminación superficial que mejora mucho la parte estética. Sin embargo las propiedades mecánicas no eran suficientes debido a que la carga inorgánica no podía ser agregada en porcentaje alto, aproximadamente 38% en volumen como máximo, lo que generaba poca resistencia a la compresión, y era por lo tanto incompatible con los requerimientos mecánicos. Además su coeficiente de expansión térmica era inevitablemente mayor al grupo anterior por su alto contenido de matriz orgánica. (Cordero V., 2004; Sandoval M., 2005)

- **Resinas compuestas híbridas:**

Se desarrollaron con el objetivo de combinar las buenas características de las resinas convencionales con las de microrrelleno y a la vez minimizar sus desventajas. Este sistema contiene dos tipos de relleno: macropartículas optimizadas de tamaño entre  $1\mu\text{m}$  y  $8\mu\text{m}$  y micropartículas de  $0.04\mu\text{m}$  a  $0.05\mu\text{m}$ . Esta combinación provee características intermedias de pulido y resistencia mecánica que se traduce en mayor resistencia al desgaste, buena resistencia a la compresión, coeficiente de expansión térmica similar a las resinas de macrorrelleno y estética aceptable, sin embargo su pulido era inferior a las resinas de microrrelleno. (Cordero V., 2004; Sandoval M., 2005)

- **Resinas compuestas microhíbridas:**

Corresponden a una optimización de las resinas híbridas y tienen propiedades intermedias entre las híbridas y las de microrrelleno. También presentan dos tamaños de partícula: las más pequeñas se encuentran en el rango de los  $0.04\mu\text{m}$  y  $0.05\mu\text{m}$ , y las más grandes llegan hasta  $3\mu\text{m}$ ; siendo el promedio entre  $0.04\mu\text{m}$  y  $0.09\mu\text{m}$ . Este tipo de material presenta buenas propiedades mecánicas, considerando resistencia al desgaste y a la compresión, posee un bajo coeficiente de expansión térmica y permite un pulido o acabado con excelente estética. (Cordero V., 2004; Sandoval M., 2005)

- **Resinas compuestas de nanorrelleno:**

Este tipo de material se desarrolló gracias al gran avance tecnológico, el que ha permitido la creación de partículas de relleno cada vez más pequeñas y de procedimientos que permiten agregarlas en gran cantidad a la matriz orgánica. De esta forma aparecieron resinas compuestas con partículas de tamaño que oscilan entre los  $0.02\mu\text{m}$  y  $0.075\mu\text{m}$ . Estos sistemas poseen buena resistencia al desgaste debido al tipo de relleno que poseen (estroncio vítreo). Mantienen las buenas propiedades de las resinas microhíbridas y además mejoran notablemente su pulido debido al menor tamaño de partícula, que permite mantenerlo en el tiempo. (Cordero V., 2004; Sandoval M., 2005)

Sin embargo, las resinas compuestas no están exentas de problemas, y entre éstos podemos mencionar la contracción de polimerización, la falta de adhesión a las estructuras dentarias, una técnica restauradora altamente sensible y un coeficiente de variación dimensional térmico distinto al de las estructuras dentarias. (Marshall G., 1997; Kinney J y Marshall G., 2003)

Antes de realizar cualquier restauración en base a Resinas Compuestas se deben tener en consideración todos los factores anteriormente mencionados, ya que el manejo no adecuado de ellos puede llevar a la posibilidad de sensibilidad postoperatoria, fractura de esmalte y de coloración marginal, lo que se traduce en

fracaso de la restauración. Estos inconvenientes son responsables directos del proceso de microfiltración, lo que a su vez conduce a la aparición de caries **recidivante**.(Craig R., O'Brien W. y cols., 1996; Palin W., Fleming G. y cols., 2005; Aaron D., James G. y cols., 2007)

Para que aquello no ocurra se debe generar un grado de adhesión a las estructuras dentarias que sea suficiente para evitar la formación de brecha marginal, y más aún, para lograr optimizar el sellado marginal, lo cual se obtiene con el acondicionamiento dentario y uso de diferentes tipos de adhesivos, los que constan de un agente imprimante y un adhesivo propiamente tal, entre otros **componentes**.(Craig R., O'Brien W. y cols., 1996; Palin W., Fleming G. y cols., 2005; Aaron D., James G. y cols., 2007)

Para que el adhesivo se comporte de forma óptima es necesario que cumpla una serie de requisitos como:(Astorga C., Bader M. y cols., 2004)

- *Baja tensión superficial*
- *Baja viscosidad*
- *Humectancia*
- *Estabilidad dimensional*
- *Resistencia mecánica adecuada*
- *Hidrorresistencia*
- *Biocompatibilidad*

Actualmente en el mercado existen distintos tipos de adhesivos y de procedimientos clínicos para el manejo de éstos. Las 2 grandes técnicas de mayor uso en la actualidad son la Hibridación Dentinaria y la Técnica de Reacción-integración.(Pashley D. y Carvalho R., 1997; Van Meerbeek B, De Munk J. y cols., 2003)

- **Hibridación Dentinaria:** Comprende la utilización de grabado ácido de esmalte y dentina (grabado ácido total), donde la dentina al ser grabada con ácido ortofosfórico al 37% por 10 segundos, disuelve y remueve el barro dentinario y desmineraliza la mayoría de la hidroxiapatita superficial. Con el grabado ácido se logra aumentar microscópicamente la superficie total desustrato dentario capaz de adherirse, ya que las irregularidades aumentan la cantidad de estructura dentaria expuesta, además se libera toda la potencialidad de la energía superficial de la superficie cavitaria y finalmente se forman microcavidades retentivas en la superficie dentaria grabada. Posteriormente se retira el ácido mediante un profuso lavado con agua para luego eliminar el exceso de ésta, no permitiendo que se deseque la dentina, ya que las fibras colágenas podrían colapsar y el sustrato no sería adecuado para la adhesión (Pashley D. y Carvalho R., 1997; Ferrari M. y Tay F., 2003; Grégoire G., Guignes P. y cols., 2009). Se aplica una mezcla de monómeros de resina disueltos en un solvente (de tipo orgánico o acuoso) y de esta forma se infiltra la dentina previamente grabada. La sustancia al tener la fluidez adecuada difunde a través de los túbulos dentinarios y penetra por capilaridad en las grietas, de esta forma los monómeros rodean las fibras colágenas, y se forma una unidad interconectada denominada capa híbrida o zona de interdifusión diente-resina, lo que genera retención micromecánica posterior a la ocurrencia de la polimerización por efectos geométricos y reológicos. Sobre esta capa se aplica la resina compuesta, la que se une a ella por enlaces primarios, resultando una unión muy resistente entre ambas al ser de tipo químico (resina sobre resina). (Perdigão J., 2007; Van Meerbeek B, De Munk J. y cols., 2003)
- **Reacción-integración:** esta técnica se desarrolló muchos años posterior a la creación del grabado ácido, en la cual se utilizan sistemas adhesivos autograbantes, con lo cual se eliminan dos pasos en la técnica operatoria antes descrita, y contribuye a disminuir la sensibilidad al utilizar ácidos más débiles. Estos materiales se aplican directamente sobre la cavidad limpia y seca. Los sistemas de agentes imprimantes de autograbado utilizan una solución de un polímero acídico que penetra a través del agua que rodea

las partículas de barro dentinario. Los componentes reactivos de los agentes imprimantes de autograbado son ésteres de alcoholes bivalentes con ácido metacrílico o fosfórico, o derivados. En este caso los monómeros al ser ácido funcionales, acondicionan e impriman la dentina de forma simultánea, por lo que resulta teóricamente imposible que quede alguna zona de dentina desmineralizada y no impregnada de resina (Tay F. y Pashley D., 2001), lo cual trae como consecuencia la incorporación del barro dentinario (Phillips R., 1998) al sustrato de adhesión, con lo que finalmente se obtiene una capa híbrida que incorpora minerales, barro residual, matriz dentinaria desmineralizada y adhesivo. Sobre esa capa se coloca la resina compuesta que al igual que en la técnica anterior se adhiere químicamente a ella debido a que ambos materiales son de la misma naturaleza resinosa. (Pashley D. y Carvalho R., 1997; Van Meerbeek B, De Munk J. y cols., 2003)

## **SISTEMAS DE ADHESIÓN**

Para lograr una restauración de calidad es imperativo que la adhesión entre tejido dentario y resina compuesta sea muy eficiente. Es por esto que es necesaria la existencia de un medio de unión efectivo entre estas dos estructuras, que debe ser una resina de baja viscosidad, la cual tenga la capacidad de fluir y penetrar en la microestructura dentaria y ser capaz de formar a nivel de dentina la denominada *capa híbrida*, que es una estructura conformada por fibras de colágeno y de resina interdigitadas, que confiere unión micromecánica por efectos tanto geométricos como reológicos. Fue descrita por primera vez por Nakabayashi et al. en el año 1982. (Astorga C., Bader M. y cols., 2004; Barrancos J., Barrancos P., 2006)

Los adhesivos dentinarios aparecieron a finales de los años 70 y desde ahí han ido evolucionando y mejorando sus propiedades de acuerdo a las



necesidades profesionales. (Phillips R., 1998; Barrancos J., Barrancos P., 2006)

A modo didáctico se ha acuñado arbitrariamente el término **generación** para ordenar los sistemas adhesivos en categorías según su orden de aparición y de acuerdo a sus propiedades. A continuación se presenta dicha clasificación (Barrancos J., Barrancos P., 2006):

- **Primera generación:**

Fueron los primeros en aparecer, en su composición utilizaban resinas hidrofóbicas y no modificaban la capa de barro dentinario. Su fuerza de unión al esmalte era alta, pero su adhesión a dentina lastimosamente baja, no superaba los 2 MPa (Cordero V., 2004; Sandoval M., 2005). En general todas las generaciones de adhesivos se adhieren bien a la estructura microcristalina del esmalte, y en esta primera generación el problema surgió en la unión a dentina, la cual fue totalmente insuficiente; aunque existía penetración tubular, ésta contribuía muy poco a la retención de la restauración, por lo que se producía el desprendimiento de la interface a ese nivel a los pocos meses, lo que se acompañaba de sensibilidad post-operatoria. Un ejemplo de esta generación es el producto Cervident (SS White). (Barrancos J., Barrancos P., 2006)

- **Segunda generación:**

Se desarrollaron a principios de los años 80 con el objetivo de solucionar la falta de adhesión a dentina del grupo anterior, pero no lograron sobrepasar los 8 MPa, por lo que las cavidades necesariamente debían seguir siendo confeccionadas para retener macromecánicamente a la resina compuesta. Se caracterizaron por usar resinas hidrofóbicas e hidrofílicas y por modificar la capa de barro dentinario, y más aún, usarla como sustrato directo para la adhesión (Cordero V., 2004; Sandoval M., 2005). El problema fue que se adherían más al barro dentinario que a la dentina misma, y debido a esto su unión era

demasiado débil para contrarrestar la contracción de polimerización, con lo que en las restauraciones con márgenes en dentina se presentaba exagerada microfiltración, y las restauraciones oclusales de dientes posteriores adolecían de considerable sensibilidad post-operatoria, por lo que su rendimiento clínico fue pobre. La estabilidad a largo plazo de los adhesivos de segunda generación era problemática y la tasa de retención a un año para las restauraciones no superaba el 70%. (Phillips R., 1998; Barrancos J., Barrancos P., 2006)

La mayoría de estos materiales eran ésteres halofosforados de resina sin relleno tales como bisfenol A-glicidil metacrilato (BisGMA) e hidroxietil metacrilato (HEMA). Se usó resina BisGMA con compuestos de fosfato polimerizables para promover la adhesión a componentes de calcio del sustrato mineralizado. Ejemplos de marcas comerciales son: Scotchbond Dual-Cure (3M Dental) y Bondlite (Kerr). (Phillips R., 1998; Barrancos J., Barrancos P., 2006)

- **Tercera generación:**

A finales de los años 80 se desarrollaron los adhesivos de tercera generación como sistemas de doble componente: agente imprimante y adhesivo. Se caracterizaron por modificar o remover completamente el barro dentinario para permitir la penetración de la resina adhesiva a la dentina subyacente, mejorando la humectabilidad y la adhesión a esta estructura (Cordero V., 2004; Sandoval M., 2005). De esta forma estos sistemas adhesivos se asemejan más a la fuerza de unión de la resina compuesta al esmalte grabado (9-18 MPa), con lo que disminuyó la necesidad de retención macromecánica en las preparaciones cavitarias y de esta forma se dio comienzo a la odontología ultraconservadora. Fueron más efectivos en reducir la microfiltración al compararlos con sus predecesores, aunque no la eliminaron completamente, pero de igual forma eso provocó una notable disminución en la sensibilidad post-operatoria de las restauraciones oclusales posteriores. Esta generación fue también la primera en adherirse no solamente a estructura dentaria, sino también a metales y

cerámica (Barrancos J., Barrancos P., 2006). Algunos ejemplos de productos son: Scotchbond II (3M), Gluma (Bayer/Miles), Tenure (Dent-Mat), Prisma Universal Bond 3 (Caulk/Dentsplay), Syntac (Ivoclar Vivadent) y XR Bond (Kerr).

- **Cuarta generación:**

Aparecieron a comienzos de los años 90 y transformaron la Odontología debido a su alta fuerza de unión lograda en dentina (17-25 MPa), con lo que se disminuyó considerablemente la sensibilidad post-operatoria en restauraciones oclusales posteriores, lo que impulsó a muchos profesionales a cambiar el uso de amalgamas por restauraciones estéticas directas de resina compuesta en dicho sector (Cordero V., 2004; Sandoval M., 2005). Esta generación se caracteriza por el proceso de hibridación de la interface dentina-resina compuesta. Y su mecanismo de unión es un proceso que consta de tres pasos clínicos: Acondicionamiento (grabado ácido), imprimación (agente imprimante) y unión (adhesivo dentinario). El primer paso consta de grabado con un acondicionador ácido que remueve el barro dentinario, abre los túbulos dentinarios, aumenta la permeabilidad de la dentina y descalcifica la dentina inter y peritubular. Posterior a eso se remueve el ácido y se aplica el agente imprimante, que es una resina hidrofílica en un solvente con monómeros como HEMA, BPDM y 4-META con dos grupos funcionales, uno hidrofílico que es afín a la dentina y uno hidrofóbico (metacrilato) que es afín a la resina, penetrando el agente imprimante la malla colágena. A continuación se aplica el adhesivo, resina sin relleno que difunde y va impregnando la dentina parcialmente descalcificada, seguido de la fotopolimerización para formar la denominada capa híbrida, la que es el principal mecanismo de unión de los sistemas adhesivos más comunes. El problema que surgió con los sistemas de cuarta generación fue debido a los numerosos pasos clínicos que hacían de la técnica un procedimiento algo engorroso con mayor posibilidad de error, lo que se refleja directamente en la fuerza de unión a dentina (Barrancos J., Barrancos P., 2006). Algunos representantes comerciales son: All-Bond II (Bisco),

EBS Multi (ESPE), OptiBond FL (Kerr) y ScotchbondMulti-propósito Plus (3M).

- **Quinta generación:**

Surgieron con el objetivo de simplificar los tres pasos clínicos anteriormente señalados en los sistemas de cuarta generación para así disminuir las posibilidades de error. La forma más común en que se simplifica el proceso es combinando el agente imprimante y el adhesivo en un solo frasco, es por eso que se han denominado “adhesivos de una sola botella” o “monobotella”, no se debe olvidar que el acondicionamiento de la superficie se realiza previamente a la aplicación del material con ácido ortofosfórico al 37%. Este tipo de materiales se adhieren bien a esmalte, dentina y metales<sup>(Cordero V., 2004; Sandoval M., 2005)</sup>. Su fuerza de unión a dentina está en el rango de los 20-25 MPa, adecuada para restauraciones en todos los sectores de la boca, poseen buen desempeño en cuanto a fuerza adhesiva, sellado marginal y como consecuencia de ello en aparición de sensibilidad post-operatoria<sup>(Barrancos J., Barrancos P., 2006)</sup>. Algunos ejemplos de ellos son: Prime and Bond NT (Dentsply Caulk), One Step (Bisco), OptiBond Solo (Kerr), Single Bond 2 (3M-ESPE), Tenure Quick with Fluoride (Den-Mat), Syntac Single Component (Vivadent), y One Coat Bond (Coltene/Whaledent), entre otros.

- **Sexta generación:**

La sexta generación también surge como un método de simplificación, en este caso aún mayor que en la generación anterior. En este caso se combina el ácido y el agente imprimante en una misma molécula, por lo que no hay que realizar grabado ácido ni enjuague, por esa razón se denominan “autograbantes” con lo que además de disminuir las posibilidades de error, se reduce significativamente el tiempo clínico<sup>(Barrancos J., Barrancos P., 2006)</sup>. Esta generación a su vez se divide en dos tipos: el Tipo I es el que provee un primer ácido y un monómero en botellas aparte y que se colocan por separado en las preparaciones cavitarias, y el Tipo II es el que requiere que

cantidades exactas de ambas botellas se mezclen antes de ser colocadas en las piezas dentarias. El agente imprimante y el ácido desmineralizan e impriman simultáneamente la superficie dentinaria e incluyen al barro en ella, y a su vez el adhesivo va infiltrando dicha superficie formando la capa híbrida. Algunos ejemplos de estos sistemas adhesivos son: AdperPrompt L- Pop Self-Etchadhesive (3M ESPE) y Xeno III (Dentsply)(Cordero V., 2004; Sandoval M., 2005).

- **Séptima generación:**

En este grupo de sistemas adhesivos los tres componentes; agente ácido, imprimante y adhesivo se presentan en una sola botella. De esta forma los sistemas adhesivos de séptima generación contribuyen a la obtención de procedimientos menos complejos, con baja reacción a variaciones de la técnica, menor posibilidad de error y poca o ninguna sensibilidad post-operatoria. A continuación se presentan algunas marcas comerciales: Clearfil S3 Bond (Kuraray Dental) y Xeno IV (Dentsply).(Barrancos J., Barrancos P., 2006; Alfaro C., 2005)

Todos los sistemas adhesivos mencionados anteriormente poseen ventajas y desventajas y es debido a ello que en la actualidad están apareciendo constantemente nuevos materiales que buscan minimizar o eliminar las desventajas manteniendo la eficacia y las buenas propiedades de éstos. En virtud de ello y como una manera de facilitar el trabajo profesional manteniendo las ventajas de los sistemas adhesivos de últimas generaciones se han desarrollado nuevos tipos de sistemas adhesivos denominados **universales** que buscan satisfacer una amplia gama de demandas al ofrecer gran fuerza de adhesión tanto a esmalte como a dentina (> 25 MPa) y además permitir la adhesión entre estructura dentaria y variados materiales de restauración, sean estos directos o indirectos; como son resina compuesta, metales, materiales cerámicos, etc.(Behr M., Rosentritt M. y cols., 2009; Abo-Hamar S., Hiller K. y cols., 2010; Azimian F., Klosa K. y cols., 2012). Además su presentación permite utilizarlos con técnica de grabado ácido como de forma autograbante.

Un ejemplo de esta nueva generación de adhesivos es el Sistema Adhesivo Peak<sup>®</sup> Universal Bond (Ultradent), que se ha desarrollado con el fin de obtener resultados más predecibles manteniendo la eficacia y las ventajas de ambos sistemas o procedimientos clínicos, es decir, una buena adhesión a esmalte y dentina al ser utilizado tanto con acondicionamiento previo como sin él (www.ultradent.com., 2012). Este material está compuesto de un agente adhesivo universal monocomponente fotopolimerizable que contiene 7,5% de nanorrellenos inmersos en una matriz de metacrilatos (2-hidroxietilmetacrilato) y cuyo solvente es alcohol etílico, el cual está indicado para las técnicas de grabado ácido total, selectivo y autograbado.

Este sistema adhesivo está próximo a ser comercializado en nuestro país y dado que se trata de un sistema de muy reciente aparición y sin evidencia científica que respalde su real performance clínica, se desarrolló el presente estudio que busca evaluar en qué medida el uso de este material con y sin acondicionamiento previo, permite lograr una adecuada interface diente-restauración y por lo mismo, un correcto sellado marginal.

Para ello se realizará una evaluación descriptiva al Microscopio Electrónico de Barrido de la interface lograda en restauraciones de Resina Compuesta realizadas con el Sistema Adhesivo Peak<sup>®</sup> Universal Bond (Ultradent), con y sin acondicionamiento previo.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Analizar descriptivamente la imagen observada al Microscopio Electrónico de Barrido de la interface de restauraciones de Resina Compuesta realizadas con Sistema Adhesivo Peak<sup>®</sup> Universal Bond, con y sin grabado ácido previo.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Describir la imagen obtenida al Microscopio Electrónico de Barrido de la interface diente-restauración utilizando un adhesivo universal con grabado ácido total.
2. Describir la imagen obtenida al Microscopio Electrónico de Barrido de la interface diente-restauración utilizando un adhesivo universal de forma autograbante.
3. Analizar comparativamente ambas interfaces para determinar si existen diferencias morfológicas entre ellas.

## **MATERIALES Y MÉTODO**

El estudio se realizó en el Laboratorio de Biomateriales Dentales del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología y en el Laboratorio de Microscopía Electrónica de la Facultad de Medicina, ambas de la Universidad de Chile.

Se utilizaron 5 terceros molares erupcionados, sin caries y con indicación de exodoncia, los que se almacenaron en solución de solución de suero con formalina al 2% (Sandoval M., 2005; Alfaro C., 2005; Arcos A., 2011), y a los cuales se les removieron los restos de ligamento periodontal con cureta. Los pacientes que donaron las piezas dentarias fueron informados acerca de las características del estudio y firmaron un consentimiento de donación de material biológico (Anexo 1).

Posteriormente en cada uno de ellos se realizaron dos preparaciones cavitarias clase V a nivel del tercio cervical de la corona dentaria, una en Vestibular y otra en Palatino, las cuales fueron estandarizadas para tener las mismas dimensiones entre ellas. Estas dimensiones fueron: 4mm de ancho mesio-distal, altura ocluso-gingival de 3 mm, y una profundidad de 3 mm; por lo que quedó el borde cavo superficial en esmalte y la pared axial en dentina. (Sandoval M., 2005; Alfaro C., 2005; Arcos A., 2011)



**Figura 10. Cavidad clase V donde se visualiza su dimensión mesio-distal (4mm)**



Una vez confeccionadas las cavidades, se procedió a limpiarlas con escobilla y agua para continuar con la realización de las restauraciones, según los protocolos que se presentarán a continuación (indicados por el fabricante).

Las piezas dentarias fueron restauradas una a una; se comenzó con la cavidad vestibular, donde se ocupó la técnica de reacción-integración, y se continuó con la cavidad palatina, la que se restauró mediante la técnica de hibridación dentinaria. Así sucesivamente en todas las piezas dentarias. Se realizó en esa secuencia para evitar el contacto del ácido ortofosfórico con la cavidad vestibular. En la Figura 11 se muestra el Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond, la jeringa superior (tapa azul) corresponde al primer autograbante, mientras que la jeringa inferior (tapa roja) es el adhesivo.



**Figura 11. Jeringas de Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond.**

Protocolo cavidad vestibular:

1. En la cavidad seca se aplicó el agente imprimante (jeringa con tapa azul) con microbrush, el que se frotó 20 segundos y se secó con chorro de aire.
2. Luego se aplicó una capa de adhesivo (jeringa con tapa roja) mediante microbrush, frotando 20 segundos más, se aplicó chorro de aire suave durante 10 segundos para adelgazar la capa adhesiva y se retiraron los excesos con papel absorbente. Se fotoactivó durante 20 segundos.
3. Se procedió con la obturación mediante resina compuesta Amelogen (Ultradent) color Dentina A3, utilizando técnica incremental.



**Figura 12. Aplicación del agente imprimante con microbrush.**



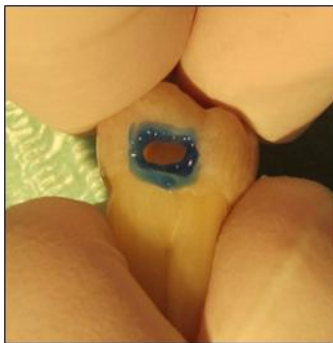
**Figura 13. Aplicación del adhesivo frotado con microbrush.**

Protocolo cavidad palatina:

1. Con la cavidad seca se procedió a realizar el grabado ácido en dos pasos: primero se grabó con ácido ortofosfórico al 37% el borde cavo superficial durante 15 segundos y se lavó con spray aire-agua durante 30 segundos. Se secó con chorro de aire.
2. Se continuó con la aplicación de ácido en toda la cavidad durante 10 segundos, se lavó profusamente por 20 segundos y se secó con papel absorbente para no desecar la dentina. Con lo cual finalmente el esmalte

quedó grabado diferencialmente por 25 segundos y la dentina sólo durante 10. (Cordero V. 2004; Sandoval M., 2005; Alfaro C., 2005; Arcos A., 2011)

- Una vez acondicionada la cavidad se aplicó el adhesivo mediante microbrush, frotando durante 10 segundos y se aplicó chorro de aire suave también por 10 segundos para adelgazar la capa adhesiva. Se retiraron los excesos externos a la cavidad con papel absorbente y se procedió a fotoactivar directamente durante 20 segundos.

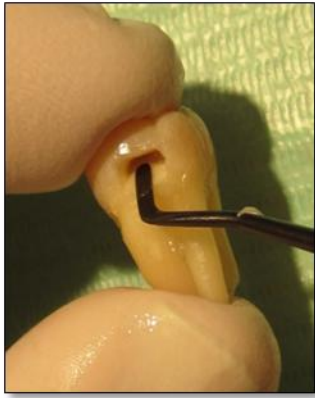


**Figura 14. Aplicación de ácido ortofosfórico en borde cavo superficial.**



**Figura 15. Aplicación de ácido ortofosfórico en toda la cavidad.**

La técnica de restauración incremental se realizó según el siguiente protocolo (Pashley D. y Carvalho R., 1997; Cordero V. 2004; Sandoval M., 2005; Aaron D., James G. y cols., 2007): el primer incremento se dispuso desde la pared cervical a la mitad de la pared pulpar y se fotoactivó indirectamente a través de esmalte desde cervical, colocando la lámpara halógena en 45° durante 10 segundos, posteriormente se dispuso la lámpara en 90° para la fotoactivación directa durante 20 segundos más. El segundo incremento se colocó desde la mitad de la pared pulpar hasta la pared oclusal y se fotoactivó indirectamente 10 segundos desde coronal a través de esmalte, disponiendo la lámpara en 45°, y posteriormente 20 segundos más de forma directa con la lámpara en 90°. Finalmente el tercer incremento termina la restauración y luego de eso se fotoactiva directamente durante 40 segundos con la lámpara en 90°. Este procedimiento restaurador se utilizó en todas las cavidades vestibulares y palatinas.



**Figura 16. Incremento de resina compuesta desde pared cervical hacia pared pulpar.**



**Figura 17. Segundo incremento de resina compuesta, desde pared pulpar hacia pared oclusal.**



**Figura 18. Último incremento de resina compuesta, que completa la cavidad.**

Una vez restauradas las cavidades, se colocaron en estufa a 37°C con 100% de humedad relativa durante 2 días para simular el medio bucal y posterior a eso se procedió a la realización de cortes con disco diamantado bajo refrigeración, para su observación al Microscopio Electrónico de Barrido. (Cordero V. 2004; Sandoval M., 2005; Alfaro C., 2005)

En 3 molares se realizaron cortes sagitales desde vestibular a palatino, pasando por el centro de ambas cavidades simultáneamente con la finalidad de exponer las restauraciones y así poder observar la interface diente-restauración, con este tipo corte se expusieron las paredes cervical, oclusal y pulpar, esto se muestra en la Figura 19 y la Figura 20. Además fueron necesarios más cortes para reducir el tamaño de la muestra, con lo que finalmente la restauración quedó rodeada de aproximadamente 1-2 mm de tejido dentario en las paredes mencionadas anteriormente (esmalte o dentina según corresponda), en la Figura 21 se muestra dicha preparación.



**Figura 19. Primer corte en sentido sagital a una de las piezas dentarias.**



**Figura 20. Pieza dentaria seccionada a la mitad en sentido sagital.**



**Figura 21. Corte final en sentido sagital a una de las piezas dentarias.**

En los otros 2 molares los cortes fueron realizados en sentido transversal, también pasando simultáneamente por el centro de ambas cavidades, esta vez para exponer las paredes laterales (mesial y distal) y pulpar. Al igual que en las muestras anteriores, la restauración quedó rodeada de 1-2 mm de tejido dentario en las paredes mencionadas recientemente.



**Figura 22. Primer corte en sentido transversal a una de las piezas dentarias.**



**Figura 23. Segundo corte en sentido transversal a una de las piezas dentarias.**



**Figura 24. Corte final en sentido transversal a una de las piezas dentarias.**

Luego de ser preparadas para su observación en el microscopio electrónico de barrido, las muestras fueron montadas en soporte ad-hoc y metalizadas con paladio-oro 10 nm de espesor para ser vistas bajo el microscopio. (Cordero V. 2004;

Sandoval M., 2005; Alfaro C., 2005)



**Figura 25. Muestras metalizadas y montadas en soporte, preparadas para su observación al MEB.**

El microscopio electrónico de barrido utilizado es marca ZEISS, modelo 940, alemán, con potencial de aceleración de 5 a 30 KV, provisto de una cámara digital y con poder de magnificación de 20.000X, el cual permite realizar observaciones de muestras biológicas duras o blandas, ya sean vegetales o animales, minerales o plásticos. Se encuentra en el Laboratorio de Microscopía Electrónica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

Todas las muestras tenían tres paredes de interface diente-restauración, se observaron las tres en cada muestra, las que fueron expuestas a aumentos de 100X, 500X, 2000X<sub>(Cordero V. 2004; Sandoval M., 2005; Alfaro C., 2005; Arcos A., 2011)</sub>, y en algunos casos llegando hasta 5000X y 10000X. La observación se fijó en el mismo sitio al ir aumentando las magnificaciones con el fin de visualizar bordes cavo superficiales, paredes laterales, oclusales, cervicales y pulpares con distintos aumentos y comparar las interfaces de dos los sistemas utilizados.

## RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de las observaciones realizadas al microscopio electrónico de barrido. Se mostrarán las interfaces diente-restauración de las obturaciones de resina compuesta realizadas con y sin grabado ácido utilizando el Sistema Adhesivo Peak<sup>®</sup> Universal Bond; a nivel de borde cavo-superficial, pared lateral y piso cavitario, todo esto visualizado a distintos aumentos.

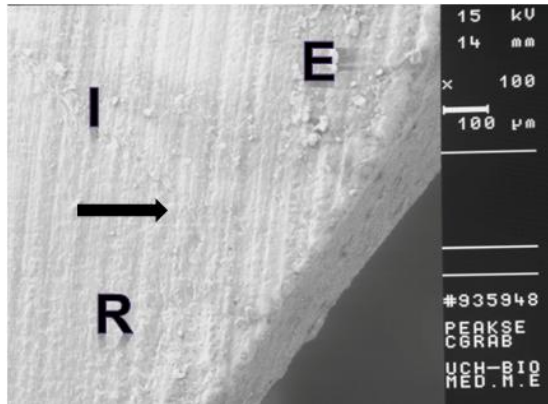
La Tabla 1 presenta un resumen orientador que muestra la forma en que se organizaron las imágenes de acuerdo al sitio de observación, la técnica utilizada y el aumento correspondiente de cada figura.

**Tabla 1. Resumen de variables observadas**

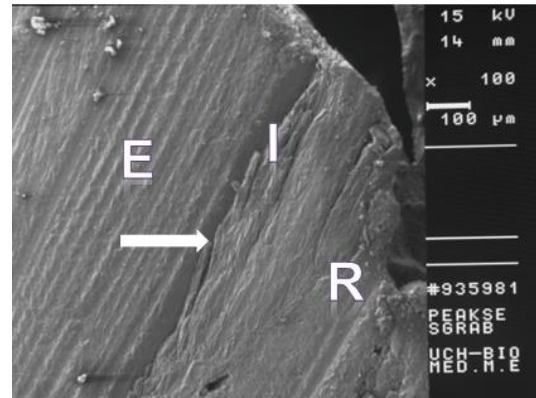
<b>Interface diente restauración</b>	<b>Sistema Adhesivo Peak<sup>®</sup> Universal Bond</b>	<b>100X</b>	<b>500X</b>	<b>2000X</b>
Borde cavo superficial	Con grabado ácido	Figura 26a	Figura 27a	Figura 28a
	Sin grabado ácido (autograbante)	Figura 26b	Figura 27b	Figura 28b
Pared lateral	Con grabado ácido	Figura 29a	Figura 30a	Figura 31a
	Sin grabado ácido (autograbante)	Figura 29b	Figura 30b	Figura 31b
Piso cavitario	Con grabado ácido	Figura 32a	Figura 33a	Figura 34a
	Sin grabado ácido (autograbante)	Figura 32b	Figura 33b	Figura 34b



Las primeras tres secuencias de imágenes (Figuras 26, 27 y 28) corresponden a borde cavo superficial, por lo que la unión entre diente y restauración será a nivel de esmalte dentario.



**Figura 26a.**

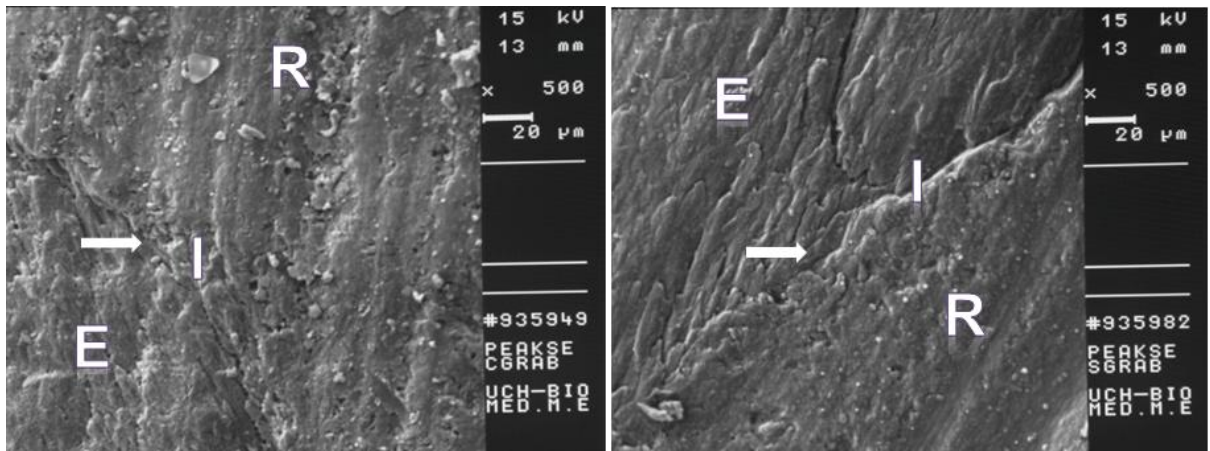


**Figura 26b.**

**Figura 26a.** Micrografía de corte dentario a 100X de borde cavo superficial donde es posible visualizar la unión del esmalte con la restauración de resina compuesta utilizando el Sistema Adhesivo Peak® Universal Bondcon técnica de grabado ácido total. **Figura 26b.** Micrografía de unión esmalte-restauración a 100X de borde cavo superficial donde se utilizó el Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond sin técnica de grabado ácido. La flecha indica la interfaz diente-restauración. (E) Esmalte, (R) Restauración, (I) Interface.

En las Figuras 26a y 26b es posible apreciar una vista panorámica de las interfaces diente-restauración. Aparentemente se observa una brecha en la interfaz esmalte-restauración en la Figura 26b.





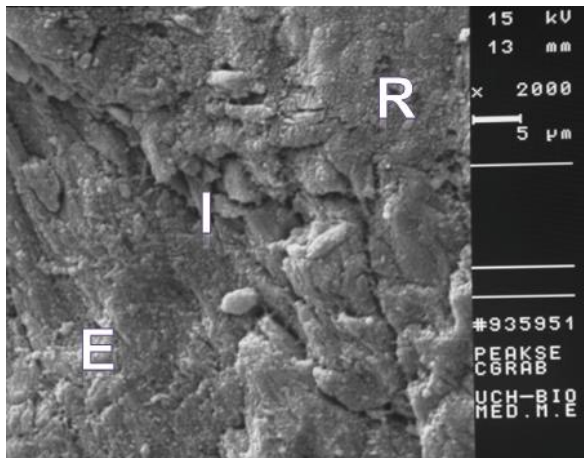
**Figura 27a.**

**Figura 27b.**

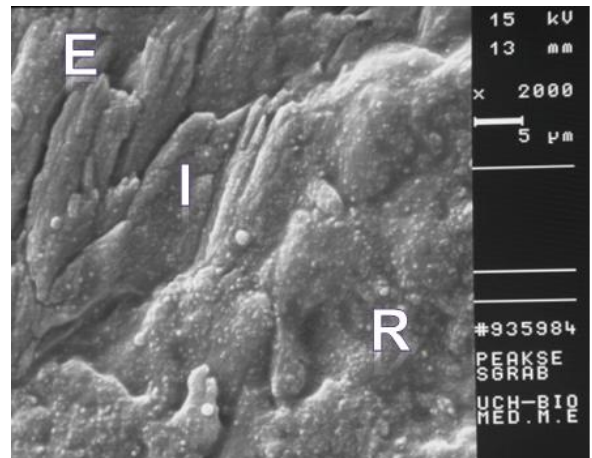
**Figura 27a.** Micrografía de unión esmalte-restauración utilizando Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond con técnica de grabado ácido total a 500X. **Figura 27b.** Micrografía de unión esmalte diente restauración utilizando Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond sin técnica de grabado ácido a 500X. La flecha indica el lugar exacto de la interface diente-restauración. (E) Esmalte, (R) Restauración, (I) Interface.

En la Figura 27a se aprecia una excelente unión de la resina compuesta con el esmalte, sin atisbos de brecha marginal, lo que augura un buen comportamiento de la restauración.

En la Figura 27b, a diferencia de la micrografía anterior 26b, se puede observar que lo que se creía que era una brecha marginal en el borde cavo superficial, finalmente no lo era, ya que en realidad la restauración se encuentra bien adherida a la estructura dentaria.



**Figura 28a.**

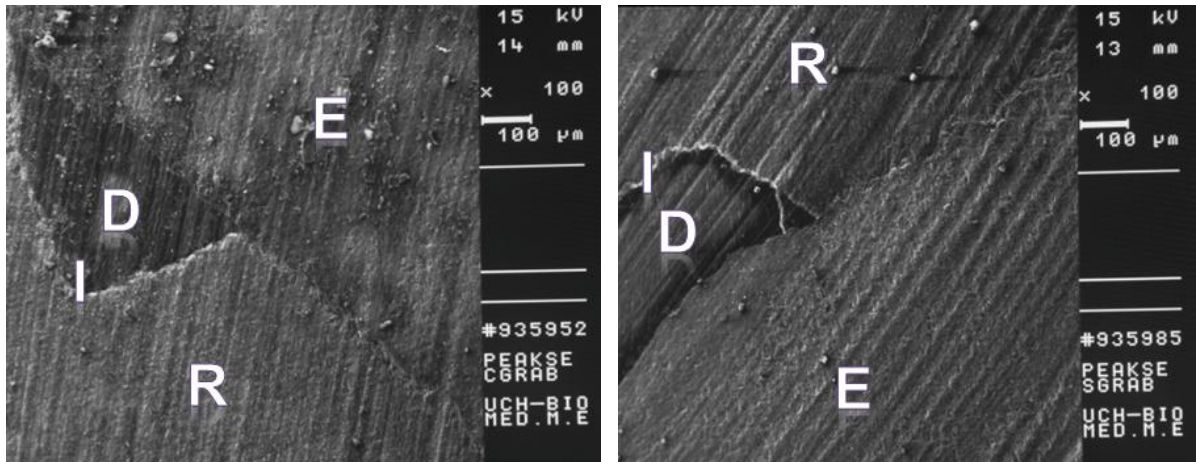


**Figura 28b.**

**Figura 28a.** Micrografía de la interface esmalte-restauración utilizando Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond con técnica de grabado ácido total a 2000X. **Figura 28b.** Micrografía de la interface esmalte restauración utilizando Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond sin grabado ácido a 2000X. (E) Esmalte, (R) Restauración, (I) Interface.

En las Figuras 28a y 28b es posible observar una muy buena unión entre esmalte dentario y restauración de resina compuesta, sin la presencia de brecha en la interface.

Las siguientes micrografías (Figuras 29, 30 y 31) corresponden a cortes dentarios de la zona de pared lateral de las restauraciones, por lo que se podrá visualizar esmalte dentario, dentina y restauración de resina compuesta.



**Figura 29a.**

**Figura 29b.**

**Figura 29a.** Micrografía de interface diente-restauración utilizando Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond con técnica de grabado ácido total a 100X del sector de pared lateral. **Figura 29b.** Micrografía de interface diente-restauración utilizando Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond sin grabado ácido a 100X. (E) Esmalte, (R) Restauración, (D) Dentina, (I) Interface.

Ambas micrografías muestran una vista panorámica de la unión diente restauración a nivel de pared lateral de la cavidad obturada con resina compuesta. En ambas figuras es posible observar la interface sin brecha aparente, lo que ocurre por igual en dentina y esmalte dentario.

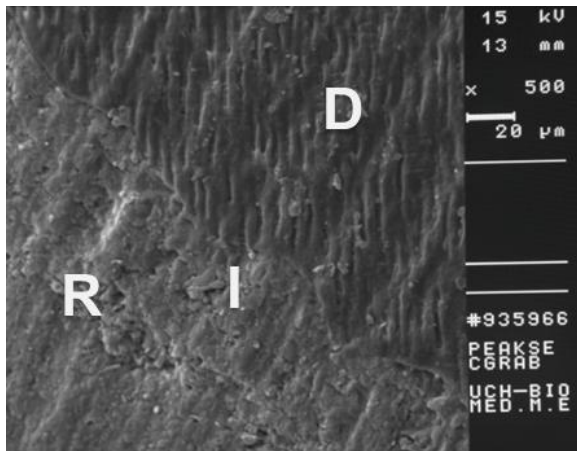


Figura 30a.

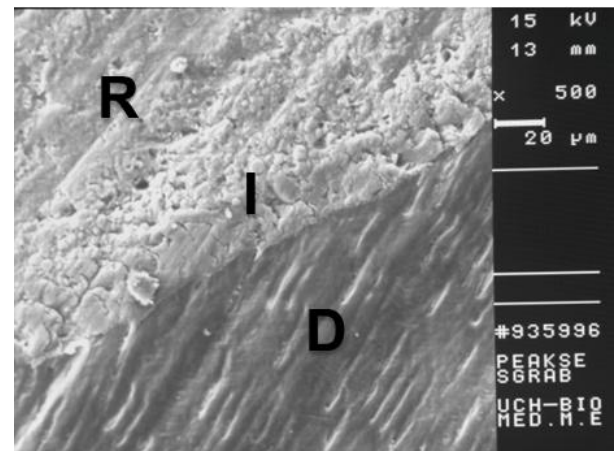


Figura 30b.

**Figura 30a.** Micrografía de interface dentina-restauración utilizando Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond con técnica de grabado ácido total a 500X. **Figura 30b.** Micrografía de interface dentina-restauración utilizando Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond sin grabado ácido a 500X. (R) Restauración, (D) Dentina, (I) Interface.

En ambas figuras se puede observar una buena adhesión entre dentina y restauración de resina compuesta, sin embargo es posible apreciar que en la Figura 30a el grosor de interface es mayor (supera los 20 micrones), que en la Figura 30b.

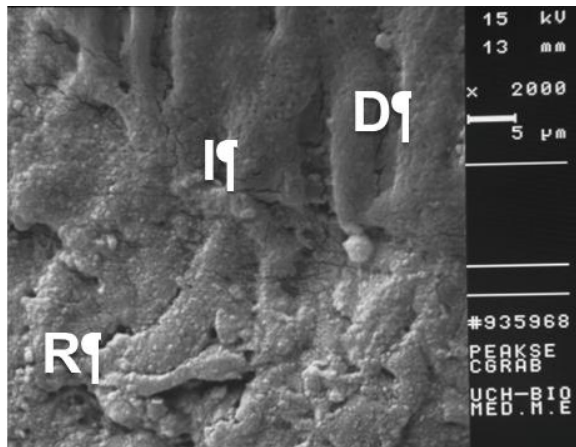


Figura 31a.

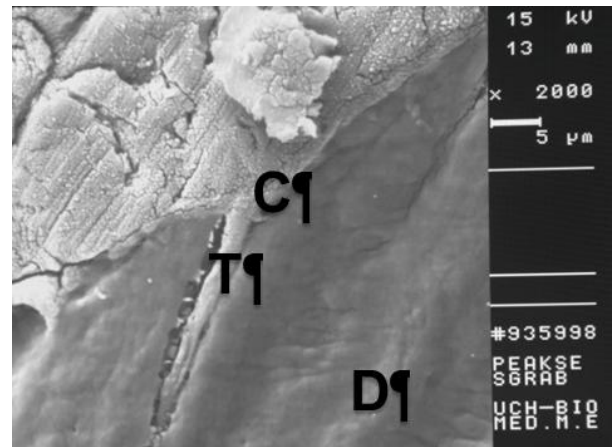


Figura 31b.

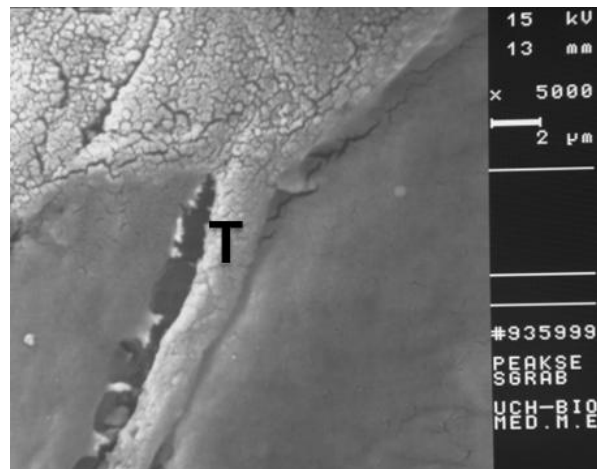


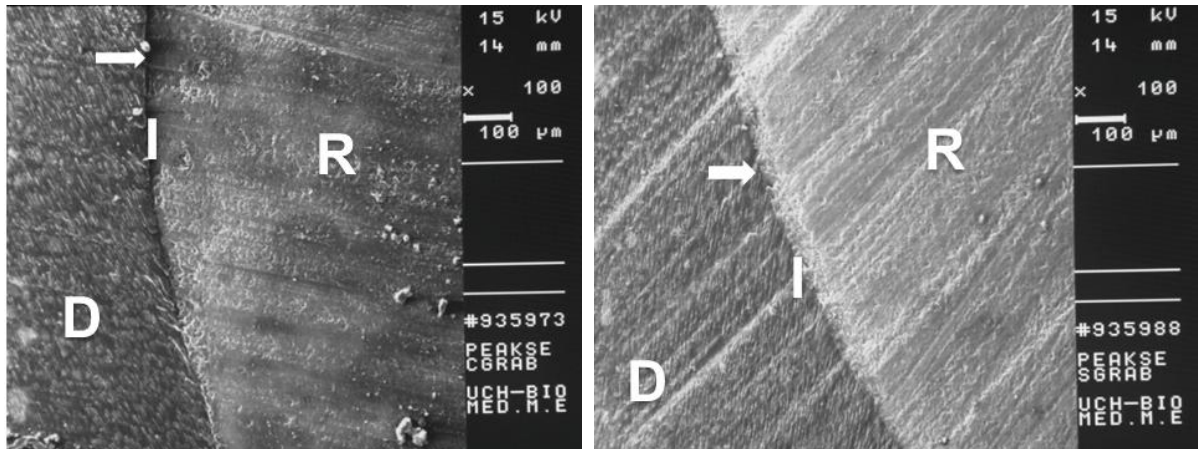
Figura 31c.

**Figura 31a.** Micrografía de interface dentina-restauración utilizando Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond con técnica de grabado ácido total a 2000X. **Figura 31b.** Micrografía de capa híbrida utilizando Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond sin grabado ácido a 2000X. (R) Restauración, (D) Dentina, (I) Interface, (C) Capa híbrida, (T) Tag de resina. **Figura 31c.** Micrografía de capa híbrida de zona de tag a 5000X. (T) tag de resina.

En la Figura 31a es posible observar la dentina en íntimo contacto con la capa adhesiva, la que a su vez está en íntimo contacto con la restauración de resina compuesta. En la Figura 31b se aprecia un tag de resina con total claridad, indicador de buena formación de capa híbrida y por ende adhesión. Y en la Figura 31c se aprecia la magnificación de la zona del tag, donde es posible visualizar como el adhesivo penetró completamente en un túbulo dentinario y se adhiere a la pared del mismo.



Finalmente se presentan micrografías correspondientes a piso cavitario, donde la unión diente-restauración será a nivel de dentina.

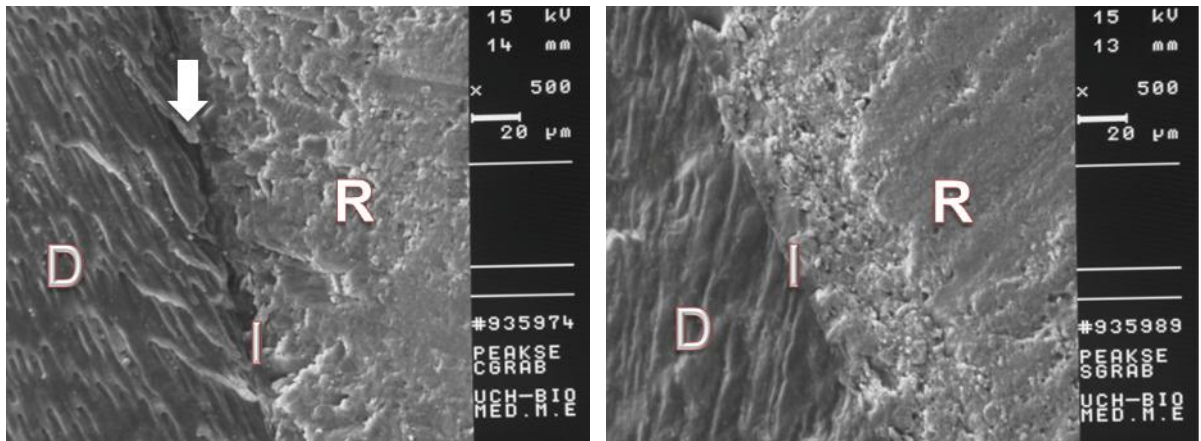


**Figura 32a.**

**Figura 32b.**

**Figura 32a.** Micrografía de interface dentina-restauración utilizando Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond con técnica de grabado ácido total a 100X. **Figura 32b.** Micrografía de interface dentina-restauración utilizando Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond sin grabado ácido a 100X. La flecha blanca indica el lugar exacto de la interface diente-restauración. (R) Restauración, (D) Dentina, (I) Interface.

Ambas figuras muestran una vista panorámica del límite entre dentina y resina compuesta, donde no es posible visualizar claramente la presencia o ausencia de brechas en la interface. En la Figura 32a se vislumbra una posible separación entre las estructuras, pero no es posible apreciar si es real o no, es por esta razón que a continuación se presentan micrografías con mayores aumentos de las zonas observadas.

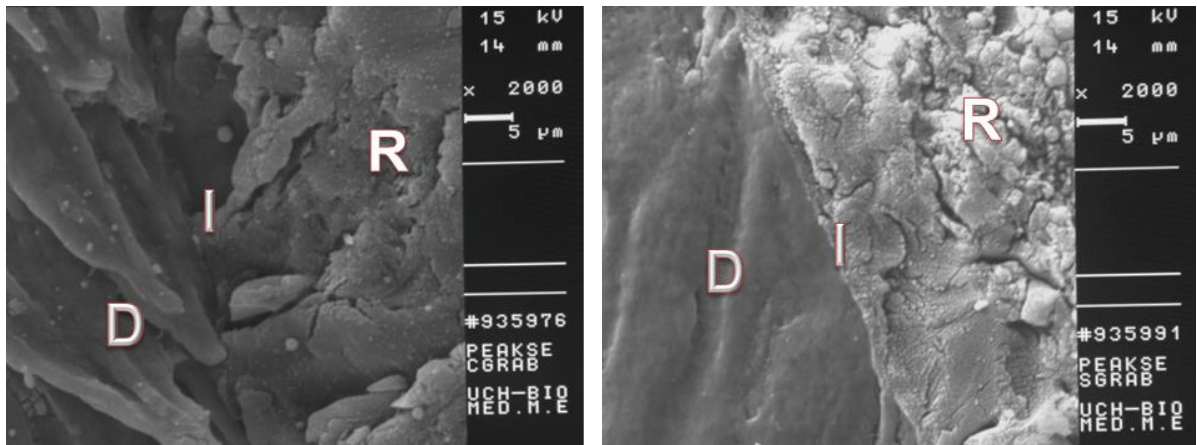


**Figura 33a.**

**Figura 33b.**

**Figura 33a.** Micrografía de interface dentina-restauración utilizando Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond con técnica de grabado ácido total a 500X. **Figura 33b.** Micrografía de interface dentina-restauración utilizando Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond sin grabado ácido a 500X. (R) Restauración, (D) Dentina, (I) Interface.

En la Figura 33a se visualiza una aparente brecha en la interface (indicada con flecha blanca), para corroborar o descartar lo anterior es necesario observar la zona a un mayor aumento. En la Figura 33b se observa una aparente buena unión entre las estructuras.



**Figura 34a.**

**Figura 34b.**

**Figura 34a.** Micrografía de interface dentina-restauración utilizando adhesivo Peak con técnica de grabado ácido total a 2000X. **Figura 34b.** Micrografía de interface dentina-restauración utilizando adhesivo Peak sin grabado ácido a 2000X. (R) Restauración, (D) Dentina, (I) Interface.

En la Figura 34a se observa con mayor aumento la zona previamente considerada con aparente brecha, lo que se descarta totalmente con este mayor aumento, donde es posible apreciar la íntima unión existente entre dentina y restauración. En la Figura 34b se observa la buena adhesión entre dentina y resina compuesta, lo que corrobora la aparente buena unión observada en micrografías anteriores.



## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Al observar las micrografías con aumentos pequeños (100X) en vistas panorámicas, es posible observar en algunos casos, brechas aparentes entre diente y restauración de resina compuesta, como es el caso de la Figura 26b y Figura 32a. Al observar los mismos sitios con mayor aumento (500X) persiste la duda respecto a si es una separación real o producto de la poca magnificación de la imagen, ya que en algunas micrografías, como son la Figura 27b (restauración realizada con técnica de reacción-integración) y Figura 33a (restauración realizada mediante técnica de hibridación) se observa una separación, para verificar esta situación es necesario llegar a un aumento mayor y así determinar la presencia o ausencia real de brecha.

Para determinar con certeza si existe buena adaptación entre el sustrato dentario y la resina compuesta es necesario magnificar más las imágenes hasta un aumento que no haga dudar acerca de si existe o no brecha, es por eso que también se observaron las mismas imágenes a 2000X, donde es posible ver con todo detalle el sitio exacto de la unión de las superficies. Con este nivel de aumento fue posible determinar que todas las restauraciones estaban íntimamente adaptadas a sustrato dentario, fuera éste esmalte o dentina, y fueran realizadas con técnica de hibridación o reacción-integración, por lo tanto había ausencia total de brecha diente-restauración a lo largo de todo el margen de las restauraciones. En algunos casos incluso fue posible identificar la presencia de tags de resina, como se ve en la Figura 31b, lo cual indica la formación de capa híbrida a nivel dentinario, asegurando una buena adaptación micromecánica.

## **DISCUSIÓN**

Con el fin de facilitar el trabajo profesional y obtener resultados más predecibles manteniendo el buen desempeño de las dos técnicas de adhesión más utilizadas hoy en día como son la Hibridación y la Reacción-Integración es que ha aparecido actualmente una nueva generación de adhesivos, denominados universales debido a que pueden ser utilizados con cualquier técnica clínica y además adherir una gran variedad de materiales dentales a estructura dentaria, como son los metales, circonio, cerómero, resina directa e indirecta.

Actualmente varias marcas comerciales están fabricando este tipo de adhesivos, y una de ellas es Ultradent, la que ha desarrollado el Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond, que se compone de dos jeringas, una de las cuales contiene el agente imprimante autograbante y la otra el adhesivo propiamente tal; por lo tanto este sistema se puede utilizar con las dos técnicas clínicas: como es el acondicionamiento previo de la superficie dentaria mediante grabado ácido y la utilización del adhesivo, o integrando el barro dentinario al aplicar el agente imprimante autograbante y posteriormente el adhesivo.

En este estudio experimental (*in vitro*) se analizó bajo microscopio electrónico de barrido la interface de unión entre estructura dentaria y restauraciones de resina compuesta, realizadas con ambas técnicas clínicas.

Se evaluó la presencia o ausencia de brechas en las interfaces y fue posible comprobar la total ausencia de éstas a nivel de esmalte como de dentina, tanto en las restauraciones realizadas con técnica de integración como de hibridación, por lo cual se puede determinar que este sistema adhesivo funciona de forma adecuada respecto a su interface de unión.

Al observar las vistas panorámicas con aumentos de 100X no era posible determinar si se presentaba algún grado de separación entre las estructuras, por lo que era necesario ir gradualmente magnificando las imágenes hasta llegar a

2000X, micrografía que permitía apreciar con detalle la microestructura de la interface y determinar con seguridad si existía o no algún grado de separación entre las superficies. Situación que no ocurrió en ninguno de los casos, ya que en todos ellos existía una íntima adaptación entre estructura dentaria y restauración de resina compuesta.

Es importante destacar que en algunas micrografías era posible ver en la vista panorámica la presencia de brechas aparentes en distintos niveles de la restauración, lo que ocurría tanto en esmalte como en dentina y era independiente de la técnica de restauración utilizada, por lo tanto se debe considerar siempre en este tipo de estudios la observación con aumentos mayores, y siempre al microscopio electrónico, ya que no hacerlo puede conducir a errores.

Se debe considerar además la similitud morfológica entre las interfaces de restauraciones realizadas con grabado ácido respecto a las realizadas de forma autograbante, ya que se observan muy similares, sin diferencias morfológicas significativas.

Debido a que esta generación de adhesivos es de muy reciente aparición no hay evidencia científica disponible para comparar y/o extrapolar los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, por lo que se compararán con estudios que utilizan sistemas adhesivos convencionales y autograbantes (5°, 6° y 7° generaciones)

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los obtenidos en el trabajo de Hashimoto, M. et al, quienes demostraron que no existe diferencia en la nanofiltración entre adhesivos dentinarios con grabado ácido total y adhesivos dentinarios autograbantes, todo esto producto de la buena adhesión, consecuencia directa de la buena adaptación entre las partes. (Hashimoto M., 2004)

Türkün, S. en un estudio *in vivo*, comparó el desarrollo clínico entre un adhesivo autograbante (Clearfil SE Bond de Kuraray) y un adhesivo con grabado ácido total (Prime & Bond NT de Dentsply Caulk). Fueron comparados en cuanto a filtración marginal, cambio de color de la restauración, sensibilidad post-operatoria,

adaptación marginal, desarrollo de caries recidivante y tasa de retención. No se encontró diferencias significativas en el comportamiento clínico a lo largo de dos años en ambos materiales. (Türkün S., 2003)

Frankenberger R. et al, realizaron un estudio *in vitro*, donde compararon un adhesivo autograbante (Prompt L-Pop de 3M ESPE) con dos adhesivos de grabado ácido total (EBS Multi de ESPE y Prime & Bond NT de Dentsply Caulk). Fueron comparados en cuanto a su resistencia adhesiva, donde la aplicación de varias capas de adhesivo autograbante no presenta diferencias significativas en la fuerza adhesiva en comparación con los adhesivos de grabado ácido total. A la vez se analizó mediante Microscopio Electrónico de Barrido, la capa híbrida formada por estos distintos sistemas adhesivos, la que resultó ser bastante similar en todos los casos. (Frankenberger R., 2001)

Los resultados son similares además al trabajo de investigación: “Estudio comparativo in Vitro de la resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con técnica adhesiva convencional y autograbante de última generación”, cuyo objetivo general era determinar la resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo convencional y con el sistema adhesivo autograbante de última generación, donde no se encontraron diferencias significativas en la resistencia adhesiva de restauraciones realizadas con una u otra técnica. (Alfaro C., 2004)

Sin duda se requiere de más investigación para determinar si la buena adhesión se mantiene ante fuerzas de compresión y tracción, cambios de temperatura y otros requisitos físicos a los que los materiales dentales son sometidos al estar en boca.

Por otra parte se necesitan más estudios para determinar si los resultados obtenidos con este sistema adhesivo universal en particular se repiten con sistemas de otras marcas comerciales.

Además es necesario realizar otros trabajos de investigación con el objetivo de determinar la eficacia de la adhesión a estructura dentaria de este sistema

adhesivo con otros materiales dentales tales como metales, porcelana o circonio.

## **CONCLUSIONES**

1. Las interfaces de restauraciones de resina compuesta realizadas con Adhesivo Peak® Universal Bond, sin grabado ácido o utilizado de forma autograbante muestran íntima unión entre estructura dentaria y restauración.
2. Las interfaces de restauraciones de resina compuesta realizadas con Adhesivo Peak® Universal Bond, con grabado ácido muestran íntima unión entre estructura dentaria y restauración.
3. Las interfaces de restauraciones de resina compuesta realizadas con Adhesivo Peak® Universal Bond, utilizado tanto de forma convencional como de autograbado, no presentan diferencias morfológicas significativas.
4. El Sistema Adhesivo Peak® Universal Bond presenta buenos resultados, en términos de ausencia de brecha en la interface de estructura dentaria y resina compuesta al ser utilizado tanto con técnica de grabado ácido como de autograbado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaron D., James G., Chaterjee P., Jefferson G. "Direct Composite Restorative Materials". Dent. Clin. N. Am. 2007; 51: p 659-75.
- Abo-Hamar S., Hiller K., Jung H., Federlin M., Friedl K., Schmalz G. "Bond Strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel". Clin. Oral Investig. 2010; 9: p 161-7.
- Alfaro C. "Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con técnica adhesiva convencional y autograbante de última generación". Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano-Dentista. Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. 2005
- Anusavice, K.J. "Informatics Systems to Assess and Apply Clinical Research on Dental Restorative Materials". Adv. Dent. Res. 2003. 17; p 43-8.
- Arcos A. "Análisis al microscopio electrónico de barrido de la magnitud de interface diente-restauración en resinas compuestas en base a dimetacrilatos y a siloranos utilizando diferentes tipos de adhesivos (*estudio in vitro*)". Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano-Dentista. Facultad de Odontología Universidad de Chile. 2011.
- Astorga C., Bader M., Baeza R., Ehrmantraut M., Ribera C., Vergara J. "Texto de Biomateriales Odontológicos". 1ª Edición. Facultad de Odontología Universidad de Chile, 2004. Cap. VI.
- Azimian F., Klosa K., Kern M. "Evaluation of a new universal primer for ceramics and alloys". The Journal of Adhesive Dentistry. 2012; 14 (3): p 275-82.
- Barrancos J., Barrancos P. "Operatoria Dental. Integración Clínica". Cuarta Edición. Editorial Médica Panamericana. 2006. 1305 p., Cap. 1 p. 1-4, Cap. 18 p. 297., Cap. 33 p. 715-21., Cap.24 p. 727-33., Cap.37 p. 771-6., Cap. 38 p. 777-806.

- Behr M., Rosentritt M., Regnet T., Lang R., Handel G. "Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with welltried systems". Dent. Mater. 2009; 20: p 191-7.
- Cordero V. "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. Facultad de Odontología Universidad de Chile. 2004
- Craig R., O'Brien W. Powers J., "Materiales Dentales. Propiedades y Manipulación". Sexta edición. Editorial Mosby. Madrid. 1996. 294 p., Cap. 1 p.1, Cap. p. 10-26. Cap. 4 p. 55-66.
- Ferrari M., Tay F.R. "Technique sensitivity in bonding to vital, acid-etched dentin." Oper. Dent. 2003. 28(1): p 3-8.
- Fortin D., Vargas MA. "The spectrum of composites: new techniques and materials". JADA. 2000. 131: p 26-30.
- Frankenberger R. et al. "No bottle versus multi-bottle dentin adhesives-a microtensile bond strength and morphological study". Dent. Mater. 2001. 17(5): p 373-80.
- Romo F., Díaz W., Schulz R., Torres M. "Tópicos de Odontología Integral". 2011. P. 11-4.
- Grégoire G., Guignes P. Nasr K. "Effects of dentine moisture on the permeability of total-etch and one-step self-etch adhesives." J. Dent. 2009. 37(9): p 691-99.
- Hashimoto M."In vitro effect of nanoleakage expression on resin-dentin bond strenghts analyzed by microtensile bond test, SEM/EDX and TEM". Biomaterials. 2004. 25(25):p 5565-74.
- <http://www.ultradent.com/es/Productos-Dentales/Adhesion-grabado/Adhesivo-autograbante/peak-universal-bond/Pages/default.aspx>. (05/11/2012)
- Kinney J., Marshall GW. "The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature". Rev. Oral. Biol. Med. 2003. 14(1): p 13-29



- Kugel G., Ferrari M. "The science of bonding: from first to sixth generation". JADA. 2000. 131: p 20-5.
- Lutz, F.U., Krejci I, Besek M. "Operative Dentistry: the missing clinical standards". Pract. Periodont. Aesthet. Dent. 1997. 9(5): p 541-8.
- Mariné, A., Stanke, F., Urzúa, I. "Caries: Tratamiento de una enfermedad infectocontagiosa". Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. 1997. P.p 1-7.
- Marshall G. et al. "The dentin substrate:structure and properties related to bonding". J. Dent. 1997. 25(6): p 451-8.
- Palin W., Fleming G., Nathwani H., Burke M., Randall R. "In vitro cuspal deflection and microleakage of maxillary premolars restored with novel low – shrink dental composites". Dental Material. 2005; 21 (4): p 324-35.
- Pashley D.H., Carvalho R.M. "Dentine permeability and dentine adhesion." J. Dent. 1997. 25(5): p 355-72.
- Perdigão J., "New developments in dental adhesion". Dent. Clin. North. Am. 2007. 51(2): p 333-57.
- Phillips R.W. "La ciencia de los Materiales Dentales". Décima Edición. Editorial Mc Graw – Hill Interamericana. 1998. 745 Cap. 2, 3 y 12 p. 13-32, 313-26.
- Sandoval M. F. "Estudio comparativo (*In vitro*), al Microscopio Electrónico de Barrido, del efecto sobre la dentina de un sistema adhesivo con grabado ácido total y de un sistema adhesivo autograbante". Trabajo de investigación para acceder al título de Cirujano-Dentista. Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. 2005.
- Swift E., Perdigao J., Heymann HO. "Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art". Quintessence Int. 1995. 26(2): p 95-110.
- Tay FR, Pashley DH. "Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers." Dent. Mater. 2001. 17(4): p 296-308
- Türkün S. "Clinical evaluation of a self-etching and a one bottle adhesive system at two years". J. Dent. 2003. 31(8): p 527-34.}

- Van Meerbeek B, De Munk J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas., Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. "Buonocore Memorial Lecture: Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges." Oper. Dent. 2003. 28(3): p 215-35.

**ANEXOS****ANEXO 1****CONSENTIMIENTO INFORMADO**

He sido informado acerca de los objetivos del estudio al que estoy donando mis piezas dentarias (terceros molares), y del uso que se le dará a los resultados obtenidos. La investigación a realizar busca indagar en el funcionamiento de un nuevo material dental, para ello es necesario confeccionar cavidades en las piezas dentarias donadas y restaurarlas utilizando dicho material, con el fin augurar como éste se comportaría en la utilización clínica de la práctica odontológica cotidiana. He decidido colaborar por propia voluntad y liberar a los autores de toda responsabilidad civil o penal presente o futura. Acepto y autorizo que los datos obtenidos sean utilizados en esta investigación.

Nombre del Participante:

Cédula de Identidad:

Fecha:

-----

Firma del Participante

-----

Firma del Examinador