

40  
22j



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ODONTOLOGIA**

*Influencia de la superficie tratada con diferentes fresas sobre  
esmalte y dentina en la adhesión de restauraciones de cerámica,  
Cr/Ni y Ag/Pd utilizando, diferentes sistemas de adhesión.*

**TESIS PROFESIONAL**  
PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**CIRUJANO DENTISTA**  
**P R E S E N T A :**  
**BRENDA IVONNE BARRON MARTINEZ**



**DIRECTOR DE TESIS: DR. FEDERICO H. BARCELO SANTANA**

**MEXICO, D. F.**

**1996**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS:**

### **A la U.N.A.M.:**

Porque estoy orgullosa y agradecida de ser parte de tan selecta Universidad mexicana.

### **A la Facultad de Odontología:**

El lugar donde realicé mi sueño... mi carrera, donde aprendí, viví y conocí cosas inolvidables.

### **Al Dr. Federico H. Barceló Santana:**

Por sus consejos y apoyo como profesor, guía y amigo, sin los cuales no hubiera sido posible la elaboración de este trabajo.

### **A mis profesores:**

Por los que me dejaron la huella de su sabiduría.

Dr. Víctor de la Rosa.

Dr. Víctor Moreno Maldonado.

Dr. Carlos Espinoza.

### **Laboratorio de Materiales Dentales:**

A todos los doctores y amigos de tan selecto grupo de Materiales Dentales, por su apoyo, colaboración y ayuda en la realización de mi tesis.

Dr. Jorge Guerrero

Dr. Carlos Morales

Dra. Dilcia.

**Al honorable jurado.**

## **DEDICATORIAS:**

**A Dios:**

Gracias por darme tu mejor bendición... la vida.

**A ti Papá:**

Porque sembraste en mi el interés y amor de una profesión,  
por tus consejos, enseñanzas y experiencias,  
por todo lo que eres para mí: padre, maestro, amigo  
y ahora colega.  
Te quiero mucho.

**A ti Mamá:**

Que con tu nobleza, entrega y dignidad me haz dado la  
fuerza para llegar a la culminación de mi carrera profesional.  
Gracias por las palabras y oraciones derramadas.  
Te quiero mucho.

**A ti Paty:**

Por tu amor, ejemplo, valor y perseverancia,  
por conseguir todo la que anhelas y amas en la vida.

**A ti Erika:**

Por esas ganas de superarte y el talento  
que tienes para dar lo mejor.

**A ti Tammy:**

Por tu entusiasmo y lucha por salir adelante  
por tu paciencia, apoyo y compañía,  
por ser "la chiquita".

**A ti Ian:**

Porque me has enseñado que con amor, ganas  
y respeto se puede lograr una vida feliz.

**A mis amigos:**

Por su amistad sincera e incondicional,  
por su apoyo y comprensión:  
Arturo, Fumiko, Luis, Natalia, Deborah, Roxana y Armando.



## UN SUEÑO

*Sobre la arena de la playa caminaba con el Señor .....*

*En el firmamento se dibujaban escenas de mi vida y en la arena dos juegos de pisadas: uno era el mío, y el otro del Señor.*

*Cuando mire hacia atrás para ver las huellas, note que varias veces a lo largo del camino de mi vida había solamente un juego de pisadas y esto había sucedido en los tiempos más dolorosos y tristes de mi vida.*

*Pregunte al Señor:*

*Señor, me dijiste que cuando decidiera seguirte, caminarías siempre a mi lado, pero he notado que en los momentos más difíciles hay solamente un par de pisadas.*

*¿ Porque, cuando más te necesitaba me abandonaste ?*

*El Señor me contestó:*

*Hijo, te quiero y nunca, nunca te abandonaré; cuando veas solamente un par de pisadas es que yo te llevaba en mis brazos.*



# ÍNDICE

	Página
Resumen .....	1
<b>I.</b> Introducción.....	3
<b>II.</b> Antecedentes.....	5
<b>III.</b> Adhesión.....	9
<b>1.</b> Fundamentos de Adhesión.....	9
<b>IV.</b> Adhesivos .....	14
<b>1.</b> Historia.....	14
<b>2.</b> Evolución de los Adhesivos.....	16
<b>2.1.</b> Primera Generación.....	16
<b>2.2.</b> Segunda Generación.....	16
<b>2.3.</b> Tercera Generación.....	17
<b>2.4.</b> Cuarta Generación.....	17
<b>2.4.1.</b> Cementos de Resina.....	18
<b>3.</b> Adhesión a los tejidos dentarios.....	20
<b>3.1.</b> Adhesión a esmalte.....	20
<b>3.1.1.</b> Características físico-químicas del esmalte.....	20
<b>3.1.2.</b> Acción de las soluciones desmineralizantes sobre el esmalte.....	23
<b>3.1.3.</b> Agentes desmineralizantes o acondicionadores de esmalte.....	25
<b>3.1.4.</b> Adhesivos amelodentínicos.....	28
<b>3.2.</b> Adhesión a dentina.....	29
<b>3.2.1.</b> Características físico-químicas de la dentina.....	29

<b>3.2.2.</b>	Acción de las soluciones desmineralizantes sobre la dentina. ....	31
<b>3.2.3.</b>	Agentes desmineralizantes o acondicionadores de dentina	
<b>3.2.4.</b>	Barro dentinario. ....	34
<b>3.2.5.</b>	Imprimador o primer. ....	42
<b>3.2.6.</b>	Adhesivos dentinarios. ....	44
<b>3.2.7.</b>	Tipos de adhesivos. ....	44
<b>4.</b>	Mecanismo de acción y manipulación de los sistemas adhesivos. ....	46
<b>5.</b>	Adhesión a porcelana. ....	48
<b>6.</b>	Adhesión a metales. ....	50
<b>V.</b>	Fresas Dentales. ....	52
<b>VI.</b>	Desarrollo Experimental. ....	54
<b>1.</b>	Planteamiento del problema. ....	55
<b>2.</b>	Justificación. ....	56
<b>3.</b>	Hipótesis. ....	57
<b>4.</b>	Objetivos. ....	58
<b>5.</b>	Material y Equipo. ....	59
<b>6.</b>	Método. ....	61
<b>7.</b>	Método estadístico. ....	67
<b>8.</b>	Resultados y Comentarios. ....	68
<b>9.</b>	Gráficas y Tablas. ....	71
<b>10.</b>	Discusión. ....	78
<b>11.</b>	Conclusiones. ....	80
<b>VII.</b>	Bibliografía. ....	82
	Apéndices. ....	85

## RESUMEN

Ante la introducción al comercio de los adhesivos y cementos a base de resinas reforzadas y con adhesión a múltiples sustratos, conocidos como "Sistemas de Adhesión", nos surgió la curiosidad de realizar una investigación in vitro para comparar la fuerza de adhesión de 3 sistemas adhesivos con características semejantes y sus cementos de resina respectivos, tomando en cuenta la superficie preparada con diversas fresas: carburo lisa, carburo estriada y diamante grano mediano que fueron empleadas para darle una aplicación clínica y observar si la superficie que nos deja cada fresa influye en la adhesión.

Se utilizaron 140 dientes molares humanos sin o con caries incipiente, los cuales se montaron en acrílico y se descubrió la superficie vestibular de esmalte con papel abrasivo 120, 320 y 600. Se obtuvieron 4 grupos, 3 preparados con diferente fresa y el grupo 4 fue el control (papel abrasivo 600).

Los sistemas adhesivos utilizados fueron: Denthesive II de Kulzer con el cemento de resina Twin Look, Syntac de Ivoclar/Vivadent con el cemento de resina Variolink y Scotchbond Multipropósitos Plus de 3 M con el cemento de resina Opal Luting Material.

Los sustratos a adherir fueron aleaciones de Cr/Ni y Ag/Pd, y cerámico se prepararon muestras con un tamaño de  $3 \times 3 \pm .2$  mm. y espesor de 1.5 mm. Las aleaciones se pulieron y arenaron con óxido de aluminio malla 200 y las muestras de cerámica se grabaron con ácido fluorhídrico al 9% por 7 min. se lavaron con agua 1 min. y se neutralizó con bicarbonato de sodio al 10% por 1 min.

Se prepararon las superficies de esmalte, de aleación y cerámica siguiendo las instrucciones del fabricante del sistema adhesivo y del cemento de resina utilizado. Se hicieron montajes sobre las superficies de esmalte siguiendo procedimientos clínicos. Se almacenaron los montajes en un ambientador con 100% de humedad absoluta a 37°C durante 24 hrs. para simular las condiciones ambientales de la boca. Se termocicló 500 ciclos a temperaturas entre  $5 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $65 \pm 2^\circ\text{C}$  para simular las condiciones extremas de temperatura en la boca. A continuación se llevaron los montajes a la máquina universal de pruebas INSTRON donde se les aplicó una carga traccional con una escala de carga de 50 kg. y una velocidad de .5 mm/min. Los resultados obtenidos se reportaron en megapascuales (MPa) y después se repitió todo el procedimiento sobre la superficie de dentina de cada muestra utilizada.

Se observó que con las aleaciones, el adhesivo se queda adherido a la superficie dentaria, concluyendo que los sistemas adhesivos utilizados tienen una mayor adhesión a la superficie dentaria que a las aleaciones utilizadas en este estudio. Con la cerámica se observó que el adhesivo tuvo mayor adhesión a esta que a la superficie dentaria, permitiéndonos así hacer la valoración de la adhesión a la superficie tratada con las fresas, en esmalte fue mayor con la fresa de diamante grano mediano y el sistema adhesivo de Syntac de Ivoclar Vivadent, y en la dentina no existió diferencia significativa en la utilización de una fresa específica, se observó que el grupo control reportó valores mayores con los 3 sistemas valorados. Con lo que podemos concluir que entre más tersa sea una superficie, mayor energelividad para unirse a los sistemas adhesivos tendrá. Por nuestros resultados podemos confirmar que hay mayor adhesión a la superficie de esmalte que a la dentina.

## I. INTRODUCCIÓN.

Par décadas, la odontología restauradora se ha dedicado a la búsqueda de materiales que sean capaces de conseguir una adhesión mecánica o química a los tejidos duros del diente. Y desde hace 30 años hasta la actualidad las resinas han atrevido progresas incesantes.

Anteriormente se hacían las restauraciones dentarias con dos materiales plásticos: las amalgamas para oclusal y las silicatos para dientes anteriores; estos últimos han sido abandonados, porque aunque sus cualidades estéticas inmediatas eran adecuadas, tenían el gran inconveniente de presentar una importante solubilidad en la boca que producía su degradación, además por su falta de adhesión y fragilidad cuando eran espesores reducidos, era necesaria tallar grandes cavidades para hacerlas retentivas, por lo que había mucha pérdida de tejido dentario sano.

Luego aparecieron las resinas metacrílicas y representaron una esperanza que pronto fue defraudada por los numerosos defectos, entre ellos la falta absoluta de adhesión a los tejidos dentarios y su gran inestabilidad volumétrica.

Aparecieron después de mejorar la matriz orgánica de este material, las resinas compuestas o composites, que abrieron el campo de la odontología adhesiva. Los trabajos del Dr. Buonocore (1955) y el Dr. Bowen (1962) con el pretratamiento del esmalte dentario con el uso del ácido fosfórico y la utilización de moléculas copoliméricas (BIS-GMA) y quelantes para la adhesión al tejido dentinario<sup>(35)</sup> abren la era de las técnicas denominadas adhesivas.

Surgieron así un grupo de adhesivos y cementos a base de resinas reforzadas que se basan en un mecanismo de adhesión mecánica, física y química tanto a aleaciones metálicas, resinas, porcelana, ionómero de vidrio, y amalgamas como a la superficie dentaria.

Debido a la reciente introducción al comercio de la Odontología de estos productos denominados "Sistemas de Adhesión", el presente trabajo tratará de ampliar el conocimiento y mecanismo de acción de estos nuevos productos, recordando los conceptos básicos sobre adhesión, sus aspectos históricos (generaciones) y sobre todo su comportamiento in vitro.

Se realizó un trabajo de investigación in vitro para comparar diversos sistemas adhesivos y sus cementos de resinas tomando en cuenta la superficie preparada por diversas fresas, esto con el fin de darle una aplicación clínica, pues en el momento de preparar una cavidad o superficie dentaria, ya sea para colocar amalgama, incrustación, cerámica, resina o ionómero de vidrio, utilizamos tanto fresas de diamante como de carburo sin tomar en cuenta sobre que superficie estamos trabajando. Con esto observaremos si la superficie que nos deja cada fresa influye en la adhesión.

## II. ANTECEDENTES.

Los adhesivos dentarios han ido evolucionando, pero la mayoría de los estudios de estos materiales se han realizado in vitro. Con los estudios realizados se muestran resultados en donde se mejoran los adhesivos y su adhesión al esmalte y dentina, reduciéndose la microfiltración marginal y el sacrificio de estructura dentaria sana.

Hain Renert, A. Ben-Amar, Moshe Gordon y Herbert Judes<sup>(15)</sup>, en 1988 evaluaron el estado actual de los adhesivos dentarios. Estos materiales se unen a la estructura dentaria sea esmalte o dentina y a las resinas compuestas reduciendo la microfiltración marginal. La ventaja que se obtienen al realizar la técnica de grabado ácido es la unión mecánica entre la resina y el esmalte reduciendo la microfiltración marginal. El exacto mecanismo de acción de la unión a dentina no está claro. La molécula del adhesivo tiene dos funciones: reaccionar con los constituyentes de la dentina y copolimerizar con la resina compuesta a través de un grupo metacrilato.

En el sistema de adhesión llamado Scotchbond, el componente funcional es un éster clorofosforado (clorofosforado BIS-GMA) que se une al componente cálcico de la dentina y polimeriza con el monómero de los materiales restauradores, además tiene una excelente unión al esmalte. El Clearfil de Kuraray, el Dentin Bonding Agent de Johnson & Johnson son también ésteres fosforados. También se ha desarrollado un adhesivo dentario que se une al colágeno. Este es una mezcla acuosa de glutaraldehído y HEMA (hidroxiethyl metacrilato) conocido como Gluma de Bayer. El aldehído reacciona con el colágeno en condiciones de humedad. La resina copolimeriza vía doble unión al final de la cadena cuando se ha aplicado Gluma en la dentina.

Los resultados mostraron que la resistencia de unión entre la dentina y la resina compuesta mejoró utilizando agentes adhesivos dentinarios al compararlos con las resinas sin relleno. Se encontró que la mejor adhesión entre la dentina y los materiales se logra con la remoción de la capa de desechos dentinarios.

Tyas en 1988<sup>(18)</sup>, estudió la eficiencia clínica de tres adhesivos a la dentina en restauraciones Clase V, con un composite del mismo fabricante y sin grabar el esmalte. Los agentes estudiados fueron Dentin Adhesive, Bondite y Dentin Bonding Agent. En los exámenes de fuerza de adhesión se demostró que Dentin Adhesive tuvo menor resistencia y algo similar fue con Bondite y Dentin Bonding Agent. Ninguno de los tres retuvo la restauración adecuadamente. los resultados muestran que Dentin Adhesive tiende a despojarse en las primeras horas y días, después de su colocación. En el examen de microfiltración se encontró rompimiento del adhesivo entre el diente y el composite. para mejorar el sellado marginal se recomienda grabar al esmalte con ácido y colocar un adhesivo.

Blunck y Roulet<sup>(16)</sup> en 1989, reportaron un estudio en el que evaluaron la efectividad de los adhesivos a la dentina, al ser empleados en restauraciones de clase V. Los resultados obtenidos indican que la mejor adaptación marginal se obtuvo con Gluma-Durafill, Gluma-Lumifor y Scotchbond con Silux.

Hay que hacer notar que la unión química de estos dos adhesivos a dentina es diferente, ya que el Gluma se basa en una interacción entre grupos aldehídos y amino del colágeno dentario, y el hidrógeno contenido en el monómero del adhesivo, para unirse químicamente a la dentina. El Scotchbond por otra parte, forma uniones iónicas entre sus grupos fosforados al calcio de la hidroxiapatita, y se involucra con la limalla dentinaria. Además, hay una copolimerización con la matriz de la resina.

Yamaguchi, Power y Dennison<sup>(17)</sup> reportaron en 1989, un estudio sobre la resistencia a la tensión de dos resinas fotopolimerizables con un agente adhesivo. Para el grabado ácido de esmalte utilizaron K-etchant (ácido fosfórico), el agente adhesivo fue Clearfil Photo Bond y los composites fueron Photo Clearfil Bright P.B. y Clearfil Photo Posterior C.P.

Los resultados obtenidos indican que la resistencia de unión fue más alta al esmalte que a la dentina y la dentina sin grabar tuvo mayor resistencia de unión que la dentina grabada.

Barkmeier, Suh y Cooley<sup>(11)</sup> analizaron la resistencia de unión a la dentina y aleaciones no preciosas con el sistema de unión Universal All Bond, que proporcionan unión de las estructuras mineralizadas del diente, metal y porcelana. Se obtuvieron altos valores de resistencia de unión a la dentina utilizando el acondicionamiento con ácido fosfórico al 10%, en comparación con el acondicionamiento con SA-HEMA (succinato anhídrido modificado con HEMA) que produjo valores significativamente menores.

Con respecto a la fuerza de unión a la aleación no preciosa de Ni-Cr-Be (Rexillum III) no existió diferencia significativa, pues la fractura predominante fue en la interfase metal-resina.

Ishijima, Caputo y Mito<sup>(20)</sup> probaron 3 sistemas adhesivos entre una aleación y una resina compuesta para prótesis dentales. Los sistemas adhesivos fueron: Silicoater, Panavia Ex y Superbond C & B y las aleaciones utilizadas fueron Herador P (45% Ag y 45% Pd), Hera C46 (46% Au, 31% Pd y 40% Ag) Szabo Life White (50% Au, 31% Pd y 14% Ag), Altabond (59.5% Pd y 28% Ag), Omni (78% Ni, 12% Cr y 1.2% de Be) y Vitallium (30% Cr, 63% de Co y 5% Mo).

Se observó que la fuerza de unión disminuía si los ciclos térmicos aumentaban esto en todos los adhesivos. De los tres sistemas adhesivos el mejor es el Superbond o 4-Meta, porque demostró gran fuerza de unión con algunos metales específicos, a excepción del Silicoater, pero este tiene la desventaja de que es un sistema adhesiva extraoral.

Mc Guckin y colaboradores<sup>(23)</sup> realizaron un estudio en donde compararon la fuerza de unión de 3 tipos de Scotchbond: el Scotchbond, HEMA/Scotchbond y el Scotchbond 2, en caninos y molares de perros a tres diferentes niveles de profundidad de la dentina. Con este artículo se observó que la fuerza de unión a la dentina del molar es menor que la del canino, lo cual indica que hay una importante diferencia de substratos entre los dientes, como también en función de la profundidad de la dentina. La fuerza de unión del Scotchbond 2 fue mayor en caninos que en molares de perros.

Pashley y colaboradores<sup>(22)</sup> en 1993 realizaron un estudio en donde se analizó la fuerza de adhesión de cuatro sistemas de adhesión a dentina, en molares y caninos de perros y en función de la profundidad de la dentina. Los sistemas utilizados fueron: Superbond C & B, Clearfil Liner Bond, Scotchbond 2 y Tenure, en los cuales se remueve o modifica la capa de barrillo dentinario. La fuerza de unión a dentina fue mayor en los caninos que en los molares. Muchos sistemas de adhesión dieron gran adhesión a la dentina superficial y progresivamente bajó la fuerza de unión con la profundidad dentinaria. La mayor fuerza de adhesión se obtuvo con el Clearfil Liner Bond, seguida del Superbond C & B, el Scotchbond 2 y Tenure.

### III. ADHESIÓN.

#### 1. Fundamentos de adhesión.

Los principios de adherencia se conocen desde hace mucha tiempo; sin embargo, la unión duradera entre el material y el soporte dentario sigue siendo una meta por alcanzar. Por lo que se necesita una comprensión básica de lo que es adhesión.

La adhesión "es el estado en que las superficies se mantienen en contacto a unión por medio de fuerzas en la interfase obtenidas a partir de fuerzas moleculares a fuerzas mecánicas" <sup>(2)</sup> Esto es, es una unión íntima y óptima entre el tejido dentario y el material para que se conforme un solo cuerpo que no permita percolación o infiltración marginal y por lo tanto no exista la posibilidad de caries recurrente.

La adhesión existe sólo a distancias extremadamente pequeñas de separación de las interfaces del material, siendo estas distancias del orden de 2 unidades Angström ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ). <sup>(6)</sup>

Hay tres tipos de adherencias posibles a mecanismos por los cuales se logra la adhesión: física, mecánica o química.

La adhesión física es en la que intervienen las uniones moleculares conocidas como las fuerzas de Van der Waals que son uniones de valencia secundaria y son las más utilizadas en los sistemas adhesivos. "Estas uniones son originadas por las interacciones generadas por la formación de momentos dipolares en el seno de un átomo o de una molécula." <sup>(25)</sup> Estas uniones débiles son causadas por la gran cercanía entre los átomos o moléculas.

Hay tres tipos de fuerzas de Van der Waals dependiendo del tipo de dipolo:

1. Fuerzas de Keesom y Debye

Las fuerzas de Keesom son por la interacción directa de dipolos permanentes sólo entre compuesto polares, donde se disminuye su energía interna y así se logra una atracción máxima.

Las fuerzas de Debye pueden existir entre moléculas polares o no polares en donde el dipolo induce a otro dipolo a una molécula no polar.

2.- Fuerzas de dispersión de London.

El continuo movimiento de electrones origina desplazamientos instantáneos de electrones que teóricamente estaban en polaridad, por lo que siempre habrá un dipolo instantáneo en cualquier molécula sea polar o no polar. Estos dipolos instantáneos inducen a otros dipolos y esta fuerza de atracción entre los dipolos instantáneos y los inducidos se denomina fuerza de dispersión de London.

3. Puente de hidrógeno

Es un caso especial de dipolo-dipolo. Es la fuerza de atracción que existe entre dos moléculas cada una de las cuales está constituida por un átomo altamente electronegativo y uno o más átomos de hidrógeno.

Esta adhesión física se basa en el fenómeno de impregnación o mojado del sustrato por el material, valorando el ángulo de contacto formado entre la superficie del líquido y la interfase líquido-sólido.

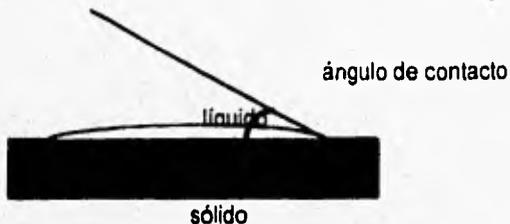


Fig. 1 Ángulo de contacto de un buen adhesivo.

La humectancia o mojado es la capacidad de un líquido de mojar a un sólido. El mojado depende de la energía libre de superficie o energía superficial que debe ser muy elevada en el diente y de la tensión superficial del adhesivo que debe de ser baja. Esta relación entre estos dos parámetros nos las da la ecuación de Dupré: tensión superficial menor que energía superficial.<sup>(6)</sup>

La energía superficial es el aumento de energía por unidad de área en la superficie. Las moléculas de un sólido o líquido homogéneo, están rodeadas por moléculas vecinas y hay equilibrio pues hay atracción en todas direcciones pero en la superficie hay un desequilibrio en las fuerzas intermoleculares, donde la energía es mayor hacia el interior del sólido o líquido porque en la superficie las moléculas no son atraídas por igual en todas direcciones; en los sólidos se llama energía superficial y en los líquidos se denomina tensión superficial.<sup>(2)</sup>

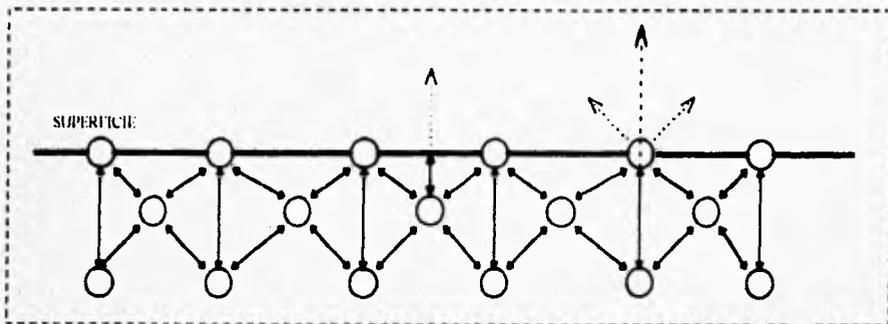


Fig. 2 Energía Superficial

Los enlaces físicos denominados secundarios son incapaces de asegurar por sí solos una unión a largo plazo, ya que se degradan por la penetración de agua en la interfase. Por lo tanto es necesario encontrar enlaces primarios o bien una retención mecánica.

La adhesión mecánica o inespecífica es por traba mecánica, esto es, se produce por la penetración del material en las irregularidades de la superficie quedando trabados e impidiendo los movimientos de desplazamiento o separación.<sup>(3)</sup> Para mejorar este tipo de retención se tratan las superficies para que queden con más rugosidades o más irregularidades en la superficie y el adhesivo líquido o semiviscoso penetra y al fraguar el adhesivo queda fijo entre las irregularidades de la superficie. Una técnica puede ser el grabado ácido del esmalte, técnica descrita por Buonocore en 1955 para promover esta adhesión mecánica.

Una solución acuosa ácida en contacto con el esmalte determina la aparición de anfractuosidades de unos 20  $\mu\text{m}$  de profundidad media y con forma de microtubos, en cuyo seno un agente impregnado de baja viscosidad puede insinuarse y realizar después de la polimerización un microenclavado, que será la base de la adhesión al esmalte. Fuerza de adhesión conseguida es de 15 a 20 MPa.<sup>(25)</sup>

La adhesión química o específica está basada en la atracción molecular, es la adherencia ideal. Se basa en las fuerzas de valencia de tipo primario. Las uniones de valencia primaria son las que mantienen unidos a los átomos para formar moléculas o estructuras macromoleculares y son de varios tipos:

a) uniones iónicas: estas resultan de la transferencia de un electrón de un átomo a otro, cuando dos átomos en contacto tienen electronegatividades muy diferentes.

b) uniones covalentes: se comparten una a varias parejas de electrones a nivel de la capa electrónica de valencia.

c) uniones metálicas: los átomos que sólo tienen una pequeña cantidad de electrones externos formando una "nube" de electrones libres, con esto dejamos el mismo número de electrones en relación con el núcleo y así formar un ion positivo.

## IV. ADHESIVOS.

### 1. Historia.

Durante muchos años se han utilizado en la odontología materiales adhesivos que se retienen de manera mecánica sin tener interacción química con el esmalte o la dentina; como ejemplo tenemos al fosfato de zinc, óxido de cinc y eugenol, etc.

En 1955 Michael Buonocore publicó un método siempre para incrementar la adhesión de los materiales de obturación, en aquel entonces los acrílicos a la superficie del esmalte. Su descubrimiento consistió en tratar con ácido el esmalte, luego lavarlo con agua y así se formaron microporosidades en la superficie del esmalte. demostró que las resinas acrílicas autopolimerizables se unían a la superficie del esmalte tratadas con ácido por medio de un engrosamiento micromecánico resultante de la proyección de la resina en las porosidades del esmalte creadas por el tratamiento con ácido.

En 1962, Ray Bowen desarrolló el BIS-GMA y las primeras resinas compuestas, pero la retención siguió siendo la "traba mecánica" ya que el agente de unión o resina líquida no tenía una real adhesión al esmalte grabado, sin que sólo se retenga por los "flecos de resina" que en su estado líquido penetra al esmalte poroso, y al pasar al estado sólido quedan mecánicamente unidos al diente.<sup>(3)</sup>

Las restauraciones con propiedades adhesivas se iniciaron a mediados de los años 60's cuando los adhesivos fisulares de clonocrilato fueron usados por primera vez para el sellado de fisuras y foseos, también usaron las restauraciones de acrílico directo con un técnico de grabado ácido para la reparación de los ángulos incisales fracturados.

Pero con la introducción de los cementos a base de ácidos carboxílicos (policarboxilatos y ionómeros de vidrio), se obtuvo la ventaja de una unión química a la estructura del diente por la interacción entre los grupos carboxílicos de dichos cementos, cargados negativamente con los iones de calcio presentes en esmalte y dentina.<sup>(3)</sup> Gracias a estos avances tecnológicos de los cementos se han desarrollado nuevos productos denominados "adhesivos a dentina".

La dentina es morfológica y fisiológicamente diferente al esmalte. Mientras el esmalte está constituido esencialmente por una seca superficie altamente inorgánica, la naturaleza de la dentina es más compleja. La dentina tiene componentes tanto inorgánicos como orgánicos. El componente inorgánico de la dentina comprende aproximadamente el 20% y el resto, el orgánico esencialmente lo constituye el colágeno.<sup>(25)</sup> El esmalte es un tejido muy mineralizado pues tiene en su composición un 96% de material inorgánico, en cambio la dentina es menos mineralizada y contiene más agua ya que los túbulos dentinarios están llenos de un fluido intratubular, el cual produce dolor cuando hay cambios hidrodinámicos.

Las resinas líquidas utilizadas para adherirse a esmalte son hidrofóbicas y no pueden adherirse con la misma eficacia a dentina húmeda, por lo que se desarrolló un material hidrofílico para que funcionara en dentina húmeda.

También había duda o temor en grabar la dentina pues se pensaba que podría causar irritación e incluso muerte pulpar, pero Kanka en 1989 fue el primero en señalar que "el grabado ácido en dentina podría emplearse sin efectos negativos siempre y cuando los túbulos y la cavidad quedaran sellados en su totalidad con los primers y resinas adhesivas", y señaló que es más importante evitar la penetración subsecuente de bacteria, o sea hacer un

sellado hermético con la obturación",<sup>(7)</sup> Kanka es el creador de la "técnica de grabado total", esto significa grabar esmalte y dentina en forma simultánea.

## **2. Evolución de los Adhesivos.**

### **2.1. Primera Generación.**

La primera generación de adhesivos dentinarios tenían como característica una fuerza de unión muy pobre debido a la humedad de la dentina que tiende a rechazar más que atraer a esos adhesivos, los cuales tenían mayor viscosidad que los actuales.<sup>(7)</sup> Ray Bowen desarrolló el primer producto con esas características y su producto fue llamado NPG-GMA (N-Fenil glicina glicidil metacrilato) que se unía al calcio. Y los cianoacrilatos a la colágena de la dentina. Ejemplos de algunos productos comerciales: Cervident (S.S. White), Creation Bond (Dent-Mat) Tenían una fuerza de adhesión promedio de 2-3 MPa.<sup>(30)</sup>

### **2.2. Segunda Generación.**

La segunda generación apareció a principios de los 80's y estos adhesivos se basaban en compuestos organofosforados los cuales lograban adhesión química a dentina por medio de uniones iónicas entre los grupos fosfato (cargados negativamente) y los iones de calcio de la estructura dental, pero su resistencia de unión tangencial era insuficiente y se debilitaban con el tiempo por hidrólisis, y había microfiltración marginal. Su fuerza de adhesión era de 5-13 MPa.<sup>(30)</sup> Ejemplos de productos de esta generación: Scotchbond (3M), Dentin-Adhesit (Ivoclar/Vivadent) y Universal Bond (Caulk/Dentsply).

### 2.3. Tercera Generación.

La tercera generación tiene múltiples pasos y son productos que tienen buena resistencia de unión a dentina, pero no tan alta como la lograda por las productas de la cuarta generación. Utilizan el tratamiento ácido de la dentina para permitir la adhesión química usando NPG/PMDM, 4-META, HEMA. Su fuerza de adhesión estaba entre los 13 y 18 MPa.<sup>(30)</sup> Ejemplos de algunos productos comerciales: All Bond (Bisco), Gluma (Bayer), Scotchbond 2 (3M).

### 2.4. Cuarta Generación.

La cuarta generación se consideran aquellos que ofrecen adhesión a múltiples substratos y no solo a dentina y esmalte. Uno de los avances que logran los adhesivos de cuarta generación es que se adhieren a superficies húmedas.<sup>(7)</sup> Hay que señalar que "la adhesión a substratos múltiples" no significa que un adhesivo por sí mismo se adhiere a porcelana, metal, resina, etc., sino que, una vez adherido a esmalte y dentina, proporciona una superficie resinosa que es apropiada para unirse a las resinas de obturación, amalgamas, o polímeros componentes de los llamados "cementos de resina o resinas cementantes" (poliméricas), en combinación con sus correspondientes primers y adhesivos. La unión a la porcelana y a los metales requieren procedimientos específicos que veremos más adelante.

En esta generación el tratamiento ácido de la dentina remueve la capa de barrillo dentinario y desmineraliza la superficie. El agente imprimador (primer) penetra e incrementa la humectancia de las redes de colágena remanentes creadas por la resina y la capa híbrida de colágena. Con una fuerza de adhesión de 14-27 MPa, <sup>(30)</sup> Ejemplos de algunos productos comerciales: Optibond (Kerr), Scotchbond Multipapásitos Plus (3M), Syntac Ivoclar/Vivadent), All-Bond 2 (Bisco).

#### 2.4.1. Cementos de Resina.

Durante muchos años, el cemento de fosfato de zinc ha sido utilizado para cementar las restauraciones rígidas (incrustaciones, coronas y puentes) y, a pesar de su falta de adhesividad, los resultados clínicos obtenidos no fueron desalentadores. Pero el diseño de las preparaciones cavitarias y dientes pilares requerían de una gran destrucción de tejido dentario sano.

Con el advenimiento de las resinas reforzadas (composites) y el desarrollo de agentes de enlace y adhesivos a esmalte, a dentina y a cemento radicular, se redujo notablemente la necesidad de destruir tejido sano, así como de utilizar formas de retención mecánica, de modo que los conceptos tradicionales sufrieron una tremenda transformación. Resultó lógico suponer que los principios de adhesión se aplicaran a la prótesis fija, particularmente en el caso del cementado de puentes de tipo Maryland y de carilla de porcelana, tratando de lograr adhesión a las aleaciones metálicas y a la porcelana. Surgieron así, un grupo de cementos a base de resinas reforzadas o composites, que basan su acción en un mecanismo de adhesión mecánica a las aleaciones metálicas grabadas con ácido o arenadas y al esmalte grabado con ácido, mientras que un tipo particular de adhesión mecánica y específica se obtiene en la porcelana dental previamente grabada con ácido fluorhídrico y silanizada. En la dentina y en el cemento radicular, la adhesión específica se obtiene mediante el empleo de los sistemas adhesivos.

La mayoría de los cementos empleados en el cementado de puentes tipo Maryland y de carilla de porcelana se basan en una resina reforzada o composite: una resina de BIS-GMA (bisfenol glicidil metacrilato) conteniendo una cantidad variable de refuerzos inorgánicos de partículas finas o micropartículas.

Estas resinas pueden ser polimerizables por medios físicos o por agentes químicos. En éste último caso, el cemento se comercializa en forma de dos pastas o un polvo y un líquido, que contienen separadamente, un activador (una amina terciaria) y un iniciador (un peróxido) de la polimerización. Estos cementos se indican habitualmente para el cementado de puentes de metal grabado con ácido. Cuando el cemento polimeriza por medios físicos, contiene un agente capaz de activarse mediante un haz de luz halogenada, constituyendo así un grupo de cementos fotopolimerizables, empleados generalmente en el cementado de coronas y carillas de porcelana.

Existen también los denominados cementos duales o sea que autopolimerizan (polimerización química) y fotopolimerizan (polimerización física) indistintamente. Estos cementos tienen gran utilidad en el cementado de incrustaciones y de carillas de porcelana no muy translúcidas ya que permiten un adecuado tiempo de trabajo para la colocación, ajuste y fijación de la restauración (el tiempo de autopolimerización es muy prolongado) y luego, se les puede endurecer rápidamente aplicando la luz visible.

Tanto los cementos de autopolimerización como los de fotopolimerización y los duales, se suministran con ácido fosfórico para grabar esmalte y algunos con algún adhesivo específico o agente de enlace. Ejemplos de resinas cementantes: Twin Look (Kulzer), Variolink (Ivoclar/Vivadent), Opal Luting Material (3M). [Apéndice 4]

### **3. Adhesión a los tejidos dentarios.**

La adhesión al esmalte se resuelve parcialmente por la adherencia mecánica. La adherencia a la dentina, sin embargo sólo puede obtenerse con un enlace químico. Las dificultades subsiguientes a la preparación de los procedimientos de adhesión a la dentina se relacionan con las diferencias fundamentales de estructura entre los dos tejidos.<sup>(25)</sup>

#### **3.1. Adhesión al esmalte.**

La adhesión al esmalte depende de la retención mecánica. Los poros o marcas creadas dentro y alrededor de los prismas del esmalte por la acción del ácido grabador absorben por atracción capilar a los primers o resinas sin relleno y de baja viscosidad. El ácido fosfórico había sido ampliamente utilizado, pero con el desarrollo del grabado total, se ha incrementado el uso del ácido maléico, nítrico y oxálico.

##### **3.1.1. Características físico-químicas del esmalte.**

El esmalte forma una cubierta protectora, de espesor variable sobre toda la superficie de la coronas sobre las cúspides de los molares y premolares, alcanza un espesor máximo de 2 a 2.5 mm, aproximadamente, adelgazándose hacia abajo hasta casi como filo de navaja a nivel del cuello del diente.

La forma y contorno de las cúspides reciben su modelado final en el esmalte. Estructuralmente el esmalte es muy complejo. Las unidades básicas son prismas de aproximadamente 6 micrómetros de diámetro, que se extienden a través de su espesor, pero con considerables variaciones microestructurales.

El esmalte es el tejido calcificado más duro del cuerpo. La función específica del esmalte es formar una cubierta resistente para los dientes haciéndolos adecuados para la masticación.

El esmalte varía en dureza desde el de apatita, que es la quinta en la escala de Mohs hasta el topacio, que ocupa el octavo lugar. La estructura específica y la dureza del esmalte lo vuelven quebradizo, hecho particular notable cuando pierde su cemento de dentina sana. (24)

Otra propiedad física del esmalte es su permeabilidad. Se ha descubierto con trazadores radiactivos que el esmalte puede actuar en cierta forma como una membrana semipermeable permitiendo el paso completo o parcial de ciertas moléculas y elementos: urea, C, I, etc. Lo mismo sucede con sustancias colorantes. (24)

El color de la corona varía desde blanco amarillento hasta blanco grisáceo. Se ha sugerido que el color está determinado por las diferencias de translucidez del esmalte, de tal modo que los dientes amarillentos tienen un esmalte translúcido y delgado a través del cual se ve el color amarillo de la dentina y que los dientes grisáceos poseen esmalte más opaco.

La translucidez puede deberse a variaciones en el grado de calcificación y la homogeneidad del esmalte. Los dientes grisáceos frecuentemente presentan color ligeramente amarillento a nivel de las zonas cervicales, debido probablemente a que la delgadez del esmalte permite llegar a la luz hasta la dentina subyacente amarilla y reflejarse.

Las zonas incisivas pueden tener un tono azulado, donde el borde está formado únicamente por una capa doble de esmalte.

Alrededor del 96% el esmalte está constituido por fase inorgánica de estructuras de apatita. La fase mineral está formada en un 98% por hidroxiapatita de calcio:  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , pero existen diversas cantidades de fluorapatita:  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F})_2$ , y otras estructuras.

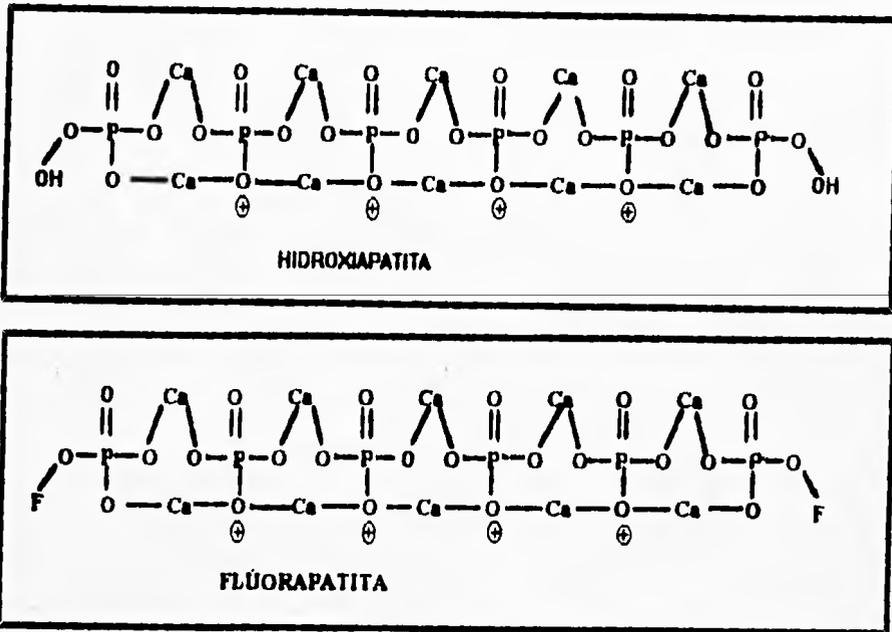


Fig. 3 Fórmulas de la Hidroxiapatita y Fluorapatita

La hidroxiapatita presenta el aspecto de agujas pequeñas y cuya sección transversa es hexagonal. Estos cristales se agrupan en estructuras prismáticas. Un prisma contiene aproximadamente 150 cristales en sección transversa y un diámetro superior a los 6 micrones.

Sólo alrededor del 1% del esmalte es orgánico. La matriz orgánica es polimorfa, amarfa y degradable por los ácidos. El 3% restante es agua que permite efectuar los intercambios. Una parte de la cual está unida químicamente pero la mayoría está libre y es fácilmente reemplazada.

### 3.1.2. Acción de las soluciones desmineralizantes sobre el esmalte.

Según Lee y Swartz, entre los requerimientos para la adhesión están una superficie del sustrato libre de contaminación, que sea uniforme y lisa, con un área representativa del volumen total del sustrato basal. Por esto el esmalte es un mal sustrato para la adhesión. La superficie intacta del diente es relativamente inerte y de baja energía superficial.

El esmalte está cubierto por una película orgánica: proteínas salivales, cutícula del esmalte, carbohidratos y grasa; y colonizada por microorganismos, por lo tanto no cubre con los requerimientos de adhesión establecidos por Lee y Swartz, por lo que si se va a producir adherencia deben ser modificados. <sup>(6)</sup>

Buonocore describió un método sencillo para incrementar la durabilidad de la unión, que consiste en el empleo de ácido fosfórico para modificar las propiedades físicas y químicas del esmalte, conocida como la técnica de grabado ácido. <sup>[6, 35]</sup>

El grabado ácido se produce a un pH muy bajo de 0.2, durante un tiempo de aplicación corto, comprendido entre 30 seg. y 2 min. Se considera que la duración media de 60 seg. es la que determina los efectos más favorables. La capa subyacente presenta una estructura heterogénea porosa, dentellada o con depresiones después del ataque inicial del cristal por parte del ácido, el cual destruye su centro. La estructura ahuecada que permanece se disuelve seguidamente, pero de una forma más lenta.

La variación en la orientación de los cristales en relación a la superficie atacada determina el modo de destrucción. Silverstone<sup>(25)</sup> describe 3 tipos de relieves:

Tipo I. El más frecuente, denominado en "nido de abejas", corresponde a la destrucción del esmalte intraprismático.

Tipo II. El menos frecuente, determinado por la destrucción de las zonas interprismáticas, el corazón del prisma se mantiene indemne.

Tipo III. Se debe a la coexistencia de los dos tipos precedentes. Se observa una ausencia de relieve, consecuencia de la fusión uniforme de los cristales orientados todos ellos según el mismo eje o de un esmalte especialmente resistente a la acción del ácido, esmalte fluorótico.

Los tipos I, II y III pueden encontrarse a poca distancia en un mismo diente.

Existen variaciones en función de la edad y de la zona estudiada. En los individuos jóvenes el relieve conseguido será menos acentuado, especialmente en la zona cervical, por la presencia de una fase orgánica más importante que inhibe la disolución. Este fenómeno disminuye con la edad. En los dientes maduros algunas zonas son menos reactivas que otras, dependiendo de la dirección de los prismas en la región considerada. En el examen de los prismas con el microscopio electrónico de barrido se aprecia generalmente una buena penetración de los fluidos, primero del ácido y luego del adhesivo; sin embargo, sobre un corte longitudinal, el resultado es muy desigual lo que explica algunos fracasos.

El flúor reduce la sensibilidad del esmalte al ácido; esta inhibición se debe al recambio de iones - flúor en los grupos de hidroxipatita. Gracias a los iones, el esmalte es menos soluble y por lo tanto, menos sensible a un ataque ácido.

Esta propiedad ha resultado muy útil en la prevención, pero en el momento de realizar un tratamiento con grabado ácido se traduce en una disminución de la profundidad del ataque del ácido, con conservación de la superficie de los prismas y de las sustancia interprismática. El aspecto del esmalte tratado con flúor y después grabado es heterogéneo. En la práctica se deben tomar algunas precauciones:

- Interrupción de todo tratamiento local con flúor.
- Realización de un amplio bisel periférico.
- Utilización de adhesivos más fuertes.

Esta desmineralización elimina el esmalte viejo y el integumento orgánico pero es necesario e importante que se realice profilaxis dental antes del acondicionamiento para remover la placa y otras excrecencias microscópicas ya que el acondicionamiento por sí solo no las elimina totalmente.

Hay informes de Muhlemann et al, que indican que las superficies de esmalte acondicionadas con ácido se remineralizan in situ e in vivo, formando un producto granular de reacción en la superficie: fosfato de calcio, este es probable que sea de origen salival y se forme incluso en presencia de placa.<sup>(6)</sup>

### 3.1.3. Agentes desmineralizantes o acondicionadores de esmalte.

Se han realizado numerosos estudios para medir y comparar los efectos de los diferentes ácidos a diversas concentraciones sobre la superficie del esmalte, como los ácidos clorhídrico, cítrico y fosfórico. Este último es el que se utiliza generalmente, ya que consigue los resultados más constantes: una corrosión uniforme y a una profundidad conveniente para concentraciones comprendidas

entre el 30 y 40%. Los ácidos de concentraciones débiles (5-15%) y los ácidos de concentraciones muy fuertes (60-80%) no producen las modificaciones estructurales ideales para lograr una buena adhesión.

El ácido fosfórico en solución acuosa al 37% parece ser el más eficaz. Esta presentación es la que predomina actualmente en los geles ácidos comercializados.

Condiciones de aplicación:<sup>(6,25)</sup>

- ✧ La duración más favorable de la aplicación es de 1 min. En la actualidad el tiempo de grabado varía entre 15-30 seg. dependiendo de las recomendaciones del fabricante y del agente grabador. En el caso de dientes fluorados y dientes temporales se puede alargar el tiempo, pero es inútil prolongarlo más de 2 min.
- ✧ La superficie del esmalte debe aparecer limpia de cualquier resto orgánico que retarde la difusión del ácido, por lo que es necesario efectuar un pulido previo. Se recomienda el uso de una lechada de piedra pómez fina con agua sin flúor, con copa de hule.
- ✧ La solución debe presentar un buen estado de conservación; los geles tienen la ventaja de poderse aplicar con mayor precisión que las soluciones, pero experimentan una deshidratación mayor que hay que tener en cuenta. No debe frotarse la superficie durante el acondicionamiento porque ocluye las microporosidades.
- ✧ Siempre se debe aislar cuando se hace el acondicionamiento con ácido. Un campo seco es de máxima importancia para la adhesión. Si se produce contaminación con saliva se recomienda grabar nuevamente por 10 segundos.

- ☆ Se evitará se sobre pasen de la zona a acondicionar. Generalmente, se admite que el esmalte grabado y no recubierto sufre una remineralización por vía exógena en algunas semanas, pero este esmalte poroso está expuesto a las penetraciones.
- ☆ Enjuagar profusamente para eliminar el ácido y los productos de la reacción. Se lava con atomizador de agua a presión por un mínimo de 15 segundos. El lavado poco cuidadoso deja productos de la reacción que ocluyen las porosidades del esmalte. Esto es muy importante porque las sales precipitadas creadas por la reacción entre el ácido y la hidroxiapatita, producen una escasa adhesión, por lo tanto debe ser removida. (21)
- ☆ Contraindicada la aplicación tópica de fluoruro antes y después del acondicionamiento, ni antes de la colocación de la resina ya que las superficies acondicionadas del esmalte reaccionan con varios fluoruros para formar productos que ocluyen los poros del esmalte y reducen significativamente la resistencia de los enlaces.
- ☆ El tipo de esmalte. En la dentición primaria y en el tercio cervical de la dentición permanente, es común el esmalte no prismático y el acondicionamiento produce porosidades al azar penetrando la resina aproximadamente 5  $\mu\text{m}$ . Gourlay recomienda un acondicionamiento de 90 segundos para los dientes primarios.

La adhesión sobre el esmalte grabado se sitúa alrededor de lo 15 MPa, medido como resistencia al arrancamiento.

### 3.1.4. Adhesivos amelodentínicos.

**Esteres Fosforados:** La unión de estos adhesivos se efectúa en dirección a los grupos calcificados. La eficacia, por lo tanto, está determinada por el índice de calcio in situ. La profundidad desempeña un papel importante ya que las capas profundas son más ricas en materia orgánica.

En este caso cualquier preparamiento ácido está formalmente contraindicado. La tolerancia biológica de estos adhesivos ha sido considerada conveniente, lo que no excluye el empleo de un agente protector en las cavidades profundas, como para cualquier otro material resinoso. El representante de esta familia son los de Scotchbond de 3M. Algunos productos más recientes son capaces de unirse al colágeno, característica ésta muy interesante (Prisma Universal Bond 2).

Las variaciones más frecuentes se encuentran en el alcohol disolvente o etanol. El alcohol parece asegurar una fluidez mayor y por lo tanto una mejor capacidad de mojado.

**Resinas BIS-GMA:** Se trata de una mezcla de ésteres de metacrilato con base de BIS-GMA, generalmente sin relleno. Un representante actual de esta familia, fruto de las investigaciones de Bowen, es el Restobond 3 (Lee Pharmaceuticals), que utiliza un acondicionador y un Sealer (sellador).

### 3.2. Adhesión a dentina.

La adhesión a la dentina presenta más problema porque es un tejido viviente, húmedo y contiene menos tejido mineralizado que el esmalte. Cualquier material que se una a la dentina debe primero adherirse y ser estable a la superficie húmeda. Esta superficie puede también consistir de una capa de barnillo dentinario la cual es un adherente amorfo de restos calcificadas, producido por la acción de cualquier instrumento cortante. Los agentes de adhesión a la dentina han sido desarrollados para adherirse a dentina con esta capa de barnillo dentinario modificándola o removiéndola y exponiendo la dentina.<sup>(21)</sup>

#### 3.2.1. Características físico-químicas de la dentina.

En sus propiedades físicas y químicas la dentina se parece mucho al hueso. En los dientes jóvenes la dentina tienen ordinariamente color amarillento claro. La dentina posee una estructura con conductillos. Los conductillos en sí mismos tienen regularmente de 1 a 4  $\mu\text{m}$  de diámetro y contienen las prolongaciones protoplasmáticas de los odontoblastos que constituyen el aspecto pulpar de la dentina.

Los cristales de hidroxiapatita en la dentina ubicada entre los conductillos son mucho más pequeños que los del esmalte y están dispersos en forma más aleatoria en un gran volumen de matriz orgánica. Nuevamente la microestructura es compleja y variable. Cada conductillo es curvado y existen prolongaciones laterales entre ellos. El grado de calcificación varía y hay zonas hiper e hipocalcificadas.

La dentina puede sufrir deformación ligera y es muy elástica. Es algo más dura que el hueso, pero considerablemente más blanda que el esmalte. El contenido menor en sales minerales hacen a la dentina más radiolúcida que el esmalte.

La dentina tienen una mayor proporción de fase orgánica que el esmalte. El contenido orgánico oscila entre 20-30% y constituye fundamentalmente en colágena. El agua, también en este caso no unida químicamente en su mayor parte, representa entre 13-20%; quedando 50-67% para la fase inorgánica. Nuevamente ésta aparece como hidroxiapatita de calcio con variable cantidad de iones tales como fluoruros.

Al considerar la adhesión hay que tener en cuenta la fase orgánica, ya que cualquier adhesivo que se una solo a la apatita y no tenga afinidad por el colágeno dará resultados que dejan mucho que desear.

La mayoría de los adhesivos dentales basados en la adhesión específica a la fase mineral brindan una mejor unión al esmalte que a la dentina.

Es también importante notar que la presencia de componentes celulares en la dentina y su proximidad con la pulpa constituyen nuevas limitaciones para la química de los sistemas adhesivos a utilizar.

Dentina fisiológica. De la unión amelodentinaria a la pulpa se distinguen tres tipos de dentina:

- La dentina de recubrimiento, prácticamente desprovista de túbulos dentinarios.
- La dentina primaria, formada desde el origen del desarrollo dentario hasta la oclusión dentaria, es rica en túbulos y constituye la masa dentinaria más importante en volumen.

La dentina puede sufrir deformación ligera y es muy elástica. Es algo más dura que el hueso, pero considerablemente más blanda que el esmalte. El contenido menor en sales minerales hacen a la dentina más radiolúcida que el esmalte.

La dentina tienen una mayor proporción de fase orgánica que el esmalte. El contenido orgánico oscila entre 20-30% y constituye fundamentalmente en colágena. El agua, también en este caso no unida químicamente en su mayor parte, representa entre 13-20%; quedando 50-67% para la fase inorgánica. Nuevamente ésta aparece como hidroxipatita de calcio con variable cantidad de iones tales como fluoruros.

Al considerar la adhesión hay que tener en cuenta la fase orgánica, ya que cualquier adhesivo que se una solo a la apatita y no tenga afinidad por el colágeno dará resultados que dejan mucho que desear.

La mayoría de los adhesivos dentales basados en la adhesión específica a la fase mineral brindan una mejor unión al esmalte que a la dentina.

Es también importante notar que la presencia de componentes celulares en la dentina y su proximidad con la pulpa constituyen nuevas limitaciones para la química de los sistemas adhesivos a utilizar.

**Dentina fisiológica.** De la unión ameladentinaria a la pulpa se distinguen tres tipos de dentina:

- La dentina de recubrimiento, prácticamente desprovista de túbulos dentinarios.
- La dentina primaria, formada desde el origen del desarrollo dentario hasta la oclusión dentaria, es rica en túbulos y constituye la masa dentinaria más importante en volumen.

○ La formación de lo dentino secundario se produce durante todo el ciclo vital o un ritmo enlentecido. Los odontoblastos que participan en su creación son menos numerosos que o lo largo de lo odontogénesis, y los túbulos menos abundantes. Al corte transversal, se distinguen dos estructuras dentinarias diferentes: lo dentina peritubular, que delimita lo luz de los túbulos, denudado de fibras colágenas, densa y muy inestable en el momento del ataque ácido y la dentina intertubular que, por el contrario, presenta una gran cantidad de fibras de colágeno que sufren una mineralización.

Dentino esclerótica. Con el envejecimiento del diente puede aparecer una sobremineralización que oblitera los túbulos. La heterogeneidad de la estructura dentinaria explica la diferencia de respuesta frente a una agresión ácida.

Dentina patológica. Se distingue una capa superficial desorganizada, rellena de microorganismos; una capa profunda desmineralizada, donde permanecen los restos de dentina peritubular y donde aparece en profundidad una mineralización intertubular; una capa esclerótica hipermineralizada, denominada "transparente", y por último una capa reactiva terciaria que ilustra el potencial reparador de lo pulpo frente a las agresiones crónicas; dicha capa es irregular y polimorfa, se localiza en la región traumatizada y no aparece en las caries de evolución rápida.

### 3.2.2. Acción de las soluciones desmineralizantes sobre la dentina.

Había un gran temor al grabar la dentina de lo misma manera que el esmalte. Los estudios previos parecen indicar que lo aplicación de ácido fosfórico u otros ácidos sobre lo dentina llevaría ineludiblemente a irritación y

muerte pulpar. Pero Kanka en 1989 después de estudiar y revisar las conclusiones de estudios previos sobre el grabado con ácido fosfórico, plantea una hipótesis donde afirma que el grabado ácido en dentina podría emplearse sin efecto negativo, siempre y cuando los túbulos y la cavidad quedarán sellados en su totalidad con los primers y resinas adhesivas. Es más importante evitar la subsecuente penetración de las bacterias a través de la interfase diente-material restaurador. Kanka creó la "técnica de grabado total". (a esmalte y dentina en forma simultánea).<sup>(7)</sup>

**Acción sobre la dentina fisiológica.** La dentina peritubular es muy inestable y es la primera en desaparecer (siempre que se trate de una solución de ácido fosfórico). Hay otros productos, especialmente los quelantes (tipo EDTA), que producen los mismos efectos con un tiempo de contacto algo mayor.

Numerosos autores han subrayado la importancia de la alteración de esta dentina; las consecuencias más notables son:

- ☐ un crecimiento de la permeabilidad debido al ensanchamiento de los túbulos. Pashley en 1983 demostró que la permeabilidad se multiplicaba por cinco.
- ☐ un aumento de la sensibilidad en relación con la permeabilidad.
- ☐ la difusión in situ hacia la pulpa de productos citotóxicos, especialmente componentes resinosos, sobre todo si están mal estabilizados, fenómeno que tiene lugar cuando la polimerización es imperfecta.

En un segundo periodo se producen los cambios en el seno de la dentina intertubular, con la desaparición de los componentes matriciales situados entre las fibras de colágeno. Según la naturaleza del ácido utilizado, se distinguen dos situaciones:

- ❑ Los ácidos minerales implican la desaparición casi total de los componentes no colagénicos.
- ❑ Los ácidos orgánicos y los quelantes preservan una parte de estos componentes que suelen experimentar una modificación.

No se aconseja el empleo de ácidos minerales sobre la dentina; sin embargo, la eficacia de algunos adhesivos dentinarios puede aumentarse con un acondicionamiento dentinario ácido (quelantes o ácidos orgánicos); éste es el caso de los adhesivos a base de glutaraldehído tipo Gluma (Bayer Pharma), en los que la unión se efectúa en los centros colagénicos. Por el contrario, los ésteres fosforados tipo Scotchbond I (3M) actúan a nivel de la fase mineral. La utilización de un ácido está, por lo tanto, contraindicada y se debe intentar reforzar la mineralización superficial con el empleo de una solución mineralizante para mejorar la unión.

En las superficies vestibulares amplias, donde se ha provocado una reducción de esmalte (carillas), son varias las zonas dentinarias expuestas; lógicamente, estas zonas deben estar excluidas del grabado, lo que técnicamente puede ser difícil de realizar. En estos casos, un localizador de dentina y un producto protector pueden resultar muy útiles.

Acción sobre la dentina esclerótica. Una dentina sana, cualquiera que sea la modalidad de la preparación, sufre siempre una penetración de material en los túbulos (entre 2 y 15  $\mu\text{m}$ ); no obstante, la dentina esclerótica parece poco sensible a la acción de una solución desmineralizante: las mineralizaciones exógenas que la recubren desempeñan un importante papel protector, aunque, al mismo tiempo, impiden una adhesión eficaz. En tales situaciones, es el caso de las erosiones cervicales, un decapado ácido puede resultar útil; sin embargo, si las lesiones son profundas, esta aplicación debe limitarse a la periferia dentinaria.

### 3.2.3. Agentes desmineralizantes o acondicionadores de dentina.

Se debe subrayar que en este caso se trata más de una limpieza que de un grabado, en el sentido que damos a esta palabra al aplicarla al esmalte. Los efectos de este tipo de tratamiento sobre la dentina esclerótica son variables y siempre se tendrá que considerar las cualidades del agente adhesivo. Para hacer una buena elección del producto como acondicionador dentinario a utilizar, hay que tomar en cuenta la pulpa dental.

El ácido cítrico al 50% ha sido utilizado durante mucho tiempo como acondicionador de las lesiones cariosas y erosivas. Por su parte, el ácido fosfórico se rechazó debido a su poder altamente descalcificante. Su efecto sobre la dentina ya se ha comentado y contraindica su utilización. El EDTA debe emplearse con prudencia y en una solución diluida. Su uso está reservado al pretratamiento desmineralizante exigido por algunos adhesivos tipo glutaraldehído HEMA.

El ácido o acondicionador remueve selectivamente los componentes inorgánicos de la dentina, abre y expande las subyacentes redes fibrilares de colágena, mientras deja la colágena sin alteración. Con 10 seg. de grabado de la dentina normalmente no la desnaturizará.

El acondicionador dentinario o grabador dentinario:

- Remueve el barnillo dentinario
- Desmineraliza la dentina subyacente.
- Incrementa la energía de superficie de la dentina permitiendo mejorar el mojamiento de los primers.
- Ejemplos:

ácido fosfórico (All-Bond 2, Syntac)

EDTA ácido etilén diamín tetracético (Gluma)

ácido nítrico (Tenure)

ácido maléico (Scotchbond Multipropósitos Plus)

#### 3.2.4. Barro dentinario.

Cuando la rugosidad de la superficie aumenta, la adhesión disminuye. La superficie dentinaria es el asiento de depósitos que perjudican la adhesión, pues se interpone entre el sustrato y el adhesivo. Estos depósitos son de dos tipos:

- ☆ Capa de mineralización exógena de tipo tártara, con un espesor de 10-20 micrones, que se encuentra en las erosiones cervicales ya señaladas.
- ☆ Restos dentinarios sobre las paredes de las cavidades recientemente tallados: barro dentinario, denominado en inglés smear layer.

Cualquier instrumento, de mano o rotatorio, que corte o abrasione, origina la producción de restos que recubren la dentina y que constituyen el barro dentinario. La calidad y la cantidad de esta capa, compuesta de productos orgánicos e inorgánicos, varía según las modalidades operatorias. Su espesor (de 1 a 5  $\mu\text{m}$ ) depende de la utilización o no de un chorro de agua y del tipo de instrumento empleado. Las capas de restos más espesas se producen por el uso de fresas diamantadas de grano grueso usadas sin spray. Es posible definir dos zonas distintas en esta capa: una superficial, que recubre la dentina, y otra incluida en los túbulos dentinarios, donde forma tapones.

El barro dentinario disminuye la energía de superficie, disimulando la estructura dentinaria subyacente. Puede perjudicar la unión de los materiales adhesivos que reaccionan químicamente con el tejido mineralizado; éste es el caso de numerosos adhesivos amelodentinarios de primera generación y también de los ionómeros de vidrio. Impide, además la estanquidad y cobija las bacterias.

La capa de restos dentinarios debe retirarse o ser modificada con agentes biocompatibles para conseguir una adhesión frente a la dentina; también debe descontaminarse.

El problema de la conservación o de la eliminación de este barro ha sido muy controvertido y actualmente la investigación se orienta hacia su utilización en el proceso de unión siempre que sea posible.

Son 4 los procedimientos diferentes, muy bien descritos por Pashley.

→ **Primera solución.** Eliminar la capa, lo que supone la ventaja de acabar con las bacterias, prisioneras en un medio en el que encuentran los elementos nutritivos necesarios para su supervivencia; sin embargo, al mismo tiempo, el barro dentinario constituye una barrera física a la invasión bacteriana de los túbulos. Si estos tapones son eliminados, la permeabilidad dentinaria aumenta de forma considerable y la difusión de las toxinas se ve favorecida.

Branström describe una actitud de compromiso: eliminar el barro dentinario superficial y mantener los tapones después de haberlos sometido a un tratamiento antiséptico. El Tubilicid, en su versión Blue Label sin fluoruro, corresponde a este acercamiento; dicho producto, ligeramente bactericida, ve reforzado su efecto por la aplicación previa de un agente tensioactivo como el Mercryl laurylé. El ácido poliacrílico utilizado entre 5 y 10 segundos también puede producir los mismos efectos, pero el resultado es inconstante y puede determinar una apertura más marcada de los túbulos para tiempos de exposición más largos, pudiendo generar también la persistencia parcial de barro interdentario tubular. Este procedimiento resulta incierto en la práctica clínica.

→ **Segunda solución.** Eliminar el barro dentinario y colocar por precipitación, en la superficie dentinaria, un material artificial de naturaleza cristalina que reaccione con el adhesivo.

→ **Tercer solución.** Modificar la estructura del barro dentinario para fijarlo a dentina y aumentar su cohesión con sustancias mineralizantes que refuercen los puentes entre las fibras de colágeno del barro y las de la dentina.

→ **Cuarta solución.** Buscar y utilizar un material capaz de infiltrarse a través de toda la capa de barro con el fin de que se una a la dentina.

En relación con el barro dentinario, en la actualidad existen 4 procedimientos posibles:

- 1.- Eliminación parcial o total del barro dentinario y aplicación del agente adhesivo sobre una superficie dentinaria decapada y con ciertos adhesivos NPG-GMA/PMDM de última generación.
- 2.- Mantenimiento del barro dentinario y aplicación directa del adhesivo amelodentinario o de un agente expansor (agentes a base de ésteres fosforados de primera generación).
- 3.- Eliminación del barro dentinario de la superficie, reposición de los elementos solubilizados e interpenetración por el adhesivo (Syntac, Vivadent).
- 4.- Modificación del barro dentinario sin eliminación, impermeabilización y establecimiento de una unión iónica y covalente con el colágeno y la hidroxiapatita de la dentina. Los sistemas que pertenecen a este grupo se denominan "universales" (Prisma Universal Bond 2, Caulk; Tripton) y todos se acompañan además de un "primer".

Eliminación superficial del barro dentinario.

Existe una solución acuosa de un monómero hidrófilo de metacrilato y de ácido maléico, comercializada con el nombre de Scotchprep (3M). Esta solución solubiliza parcialmente el barro dentinario y favorece la unión con el Scotchbond 2 (3M). El Scotchprep, por mediación del ácido maléico que contiene, efectúa un ligero grabado de la dentina peritubular. Su aplicación exige un protocolo especial: pincelamiento de la superficie dentinaria y del fondo de la cavidad, espera de 60 seg. y secado prolongado hasta la obtención de una superficie mate y seca, sin aclarado previo. En este momento, se procede a la aplicación del adhesivo. La combinación Syntac Primer + Syntac Adhesive (Vivadent) corresponde a este enfoque.

#### Modificación del barro dentinario sin eliminación.

La prueba de algunos productos que pueden reaccionar con el colágeno y fijar el barro dentinario (ácido tánico al 25% y cloruro férrico al 2%) ha permitido apreciar un aumento significativo de la adhesión de los ionómeros de vidrio, estos productos no se han comercializado. El Dentin Primer, presentado con el Prisma Universal Bond 2 (Caulk Dentsply), responde a este mismo enfoque. Se compone de un 30% de peso de HEMA, 64% de etanol y 6% de Penta y modifica el barro dentinario haciéndolo impermeable. Este acondicionamiento favorece la adhesión del Prisma Universal Bond 2, compuesta de éster fosforado, de Penta y de glutaraldehído (menos del 1%). Se establece entonces una unión iónica covalente con el colágeno y la hidroxiapatita de la dentina y, paralelamente, una unión química con el Dentin Primer por mediación del Penta/HEMA.

Resulta imposible seleccionar una única técnica de preparamiento de la superficie dentinaria; ningún agente ha conseguido una aprobación general, y los resultados experimentales son a menudo contradictorios. Por otra parte, la elección debe realizarse en función de las modalidades de adhesión y de los materiales, de las que deben conocerse las características y las tensiones, a fin de evitar una maniobra errónea. Si puede señalarse que un ligero pulido con piedra pómez mejora las condiciones de adhesión y, en muchos casos, una simple limpieza dentinaria con agua oxigenada al 3% o con un agente bactericida tensioactivo es eficaz y suficiente para una descontaminación superficial. (7)

El preparamiento de la dentina y especialmente, la eliminación del barro dentinario siguen siendo cuestiones controvertidas, quedará lugar aún a numerosas propuestas. En la práctica se impone la regla de respetar los protocolos escritos propuestos para cada producto sin omitir ninguna etapa.

Solución de ácido de oxalato férrico al 6.8%. El colágeno eliminado por el ácido asegura una superficie dentinaria microporosa que puede recibir el agente adhesivo, dando como resultada una adhesión muy considerable. El empleo de esta solución, preconizada por Bowen en los años 1982-1983, resulta muy eficaz en cuanto a los resultados pero el protocolo de aplicación es largo y complejo, ya que exige la utilización sucesiva de un acondicionador, un activador de superficie de base NPG-GMA (N-fenilglicina-glicidil-metacrilato) y un agente adhesivo de base PMDM o bien 4 META (metacriloxi-etil-trimetilato-anhídrico).

Solución acuosa de ácido nítrico al 2.5% de N-fenil-glicina (4%). El ácido graba el esmalte y destruye simultáneamente el barro dentinario, como ha demostrado recientemente Bowen (Resto bond 3, Lee); el ácido nítrico es neutralizado rápida y ampliamente al contacto con la estructura dentinaria. La N-fenil-glicina es un aminoácido capaz de provocar una unión a las proteínas del colágeno de la dentina. Esta solución, que según el autor, asegura una excelente adhesión, requiere la aplicación sucesiva del acondicionador, un Sealer (sellador), una solución de acetona al 10% de dimetacrilato que asegura el sellado de los túbulos, y después, un agente adhesivo fotopolimerizable sin relleno, de base BIS-GMA (bifenol glicidil metacrilato). Por lo tanto, sigue siendo un procedimiento de 3 etapas, si bien está simplificado en relación al anterior. Esos inconvenientes, sin duda se verán minimizados por el hecho de que no se necesita ningún grabado ácido posterior sobre el esmalte. Hay que indicar, sin embargo, que el

acondicionador (inestable) se presenta en carpule bajo atmósfera inerte, lo que puede representa un inconveniente en la práctica común.

Oxalato de aluminio. Combinado al 2.5% de ácido nítrico (Tenure Dentin Conditioners, Dent-Mat) y recomendado con un agente adhesivo derivado de la fórmula de Bowen, tendría el mismo tipo de efecto. Estos productos pertenecen a la última generación de adhesivos.

Ácido poliacrílico. Dotado de un potencial de desmineralización más débil, parece ser capaz de asegurar una limpieza y una impregnación del sustrato; se utiliza como preparamiento de los ionómero de vidrio. Puede presentar efectos nocivos sobre la dentina peritubular si el tiempo de exposición dentinario es demasiado largo y la concentración, demasiado elevada.

Actualmente, se utiliza a una concentración del 25%, durante un tiempo de tratamiento de 10 seg. (Ketac conditioner, Espé). Los líquidos de algunos cementos policarboxilatos o ionómeros de vidrio son, en realidad, soluciones de ácido poliacrílico al 40%, que también podrían ser utilizados si se reduce a 5 seg. el tiempo de aplicación. Sobrepasar este tiempo está formalmente contraindicado.

### 3.2.5. Imprimidor o Primer.

La adherencia a la dentina crea problemas complejos debidos a la coexistencia de dos componentes: uno orgánico y otro inorgánico. Estos dos componentes no tienen la misma energía de superficie. La unión exige una superficie limpia y seca y, por el contrario la dentina permanece siempre húmeda; es inútil pretender que se seque, ya que una desecación un poco acentuada provoca inmediatamente un movimiento de fluido intradentinario desde la pulpa hacia la superficie. Sobre la superficie cariada, existe un gran polimorfismo de una zona a otra. Esta heterogeneidad se acentúa al abandonar la utilización de formas rigurosas y mutilantes y optar por una economía histórica que puede llevarnos a preservar zonas poco propicias para la adhesión,<sup>(25)</sup>

La unión se efectúa por medio de un adhesivo, que se une tanto a la dentina sola como a la dentina y al esmalte conjuntamente. Se puede potenciar la unión sobre la dentina con un preparado dentinario, denominado "primer". En una situación ideal, esta unión sería química, pero, de hecho, es fisico-química, y se produce generalmente con la hidroxiapatita; así se explica que la adhesión desarrollada sobre la dentina sea menor que sobre el esmalte y que la calidad de la unión disminuya en las capas profundas menos mineralizadas. A pesar de todo, también son posibles las uniones a la trama orgánica; de hecho, todos los agentes adhesivos dentinarios presentan una estructura molecular vecina. El extremo de la molécula, formado por un grupo metacrilato tiene un doble enlace que permite una reacción química con la fase orgánica del composite. El otro extremo incluye un grupo reactivo que puede determinar una unión química con el elemento inorgánico u orgánico del tejido dentinario considerado. Esto es los primers son moléculas bifuncionales, es decir, contienen en un lado grupos químicos (metacrilatos) que son similares a las resinas acrílicas

y en el otro lado grupos que son compatibles o afines a las superficies dentarias (calcio, agua). Ejemplo el HEMA (hidroxi etil metacrilato) tiene un grupo carboxilo que se une a la estructura dentaria y es hidrofílica y el grupo metacrilato que se une químicamente a los metacrilatos de la resina de obturación o cementante.<sup>(7)</sup>

El primer penetra dentro de las redes abiertas de la colágena e incrementa el mojado de la resina de adhesión. También facilita la penetración del adhesivo. El primer puede o no ser fotocurado en este momento depende de cada producto.

**Primer de dentina:<sup>(30)</sup>**

- Incrementa la energía superficial para mejorar el mojado.
- Abre las redes de colágena permitiendo la penetración de la resina.
- Es una molécula bifuncional.
- Es hidrofílico.
- Ejemplos:

HEMA hidroxietil metacrilato (Gluma, Scotchbond Multipropósitos Plus)

NTG GMA N-Tolil-glicina glicidil metacrilato (All Bond 2, Tenure)

TEG DMA trietilenglicol dimetacrilato (Syntac)

BPDM bifenil dimetacrilato (All Bond 2)

### 3.2.6. Adhesivos dentinarios.

El adhesivo dentinario o resina de unión es una resina fluida que se une químicamente al primer por copolimerización. Son resina de BIS-GMA (bifenol glicidil metacrilato), UDMA (dimetacrilato de uretano), TEGDMA (triethylenglicoldimetacrilato), etc. sin o con muy poco relleno. Algunos contienen absorbedores de luz visible y requieren ser fotopolimerizados, otros son autopolimerizable y otros son de curado dual por lo que ofrecen mejores perspectivas para una polimerización más completa. Una vez aplicado el adhesivo, la cavidad queda lista para ser obturada con un composite o cementar alguna restauración indirecta donde será necesario emplear los cementos de resina y llevar a cabo otros pasos con la restauración.<sup>(7)</sup>

Productos más antiguos:

- Los Clanoacrilatos.
- El NPG-GMA, N-fenil-glicidil-glicidil-metacrilato (Bowen 1965), que produce quelación de los iones de calcio de la dentina (Cervident).<sup>(25)</sup>

### 3.2.7. Tipos de adhesivos.

Actualmente encontramos tres tipos posibles de adhesivos:

- Adhesivo autopolimerizable de dos componentes.
- Adhesivo fotopolimerizable de un componente.
- Adhesivo mixtos de dos componentes a la vez, auto y fotopolimerizables.

Los autopolimerizables presentan el inconveniente del mezclado y sus problemas; su polimerización se efectúa al abrigo del oxígeno bajo el composite.

Los fotopolimerizables de un solo componente presentan la ventaja de un endurecimiento inmediato y de su facilidad de uso. Normalmente incluyen activadores, generalmente una dicetona o una amina orgánica, que permiten la reacción de fotopolimerización. Es necesario, por tanto, que la longitud de onda de la lámpara corresponda a la que exige el activador, además de la del material composite. Este aspecto debe ser verificado cuando la lámpara y los productos utilizados son de marcas diferentes.

Los adhesivos mixtos resultan muy eficaces en la adhesión de técnica indirecta. Se denominan frecuentemente Dual (Dual Cement, ABC Dual, etc.) y desarrollan, además uniones con los metales y con las cerámicas.<sup>(25)</sup>

#### **4. Mecanismos de acción y manipulación de los sistemas adhesivos.**

El mecanismo de acción y la manipulación de los adhesivos de cuarta generación es similar a básico a todos los sistemas adhesivos, pero recordaremos este procedimiento clínico:

1.- Aislamiento absoluto del campo operatorio.- aunque los adhesivos modernos son hidrofílicos, o sea que se pueden aplicar sobre una dentina húmeda, debe evitarse el contacto de estos materiales con la saliva ya que lo contaminaría. (7)  
En caso de tener cavidades profundas se debe de proteger la pulpa con protector pulpar como el hidróxido de calcio o algún otro protector que no contenga eugenol.

2.- Grabado ácido de las superficies. Los ácidos grabadores o acondicionadores o limpiadores comúnmente son ácido fosfórico, nítrico, oxálico, edta, cítrico, maléico, etc. y se usa para eliminar la capa de barro dentinario. Aunque se pensaba que el barro protegía a la pulpa obliterando los túbulos dentinarios, el adhesivo se unía al barro dentinario el cual al estar suelto logra una resistencia adhesiva muy baja.

Al grabar aumentamos la energía superficial de la dentina, se limpia la superficie se desmineraliza la superficie expuesta de colágeno dentinario y así se abren los túbulos dentinarios para facilitar la penetración del primer.

La técnica de grabado más utilizada por estos adhesivos es la de grabado total intraducida por Kanka (1989), se graba de 15 a 45 segundos, se lava de 10 a 20 segundos para eliminar el ácido, se quita el excedente de agua o se seca sin llegar a deshidratar la superficie del diente.

3.- Aplicación del primer (imprimidores). Estos son materiales con moléculas bifuncionales, esto quiere decir que son moléculas que de un lado tienen grupos químicos parecidos a las resinas acrílicas y del otro lado son afines a la superficie dentaria (calcio, agua, etc.) Un ejemplo conocido es el HEMA (hidroxiethylmetacrilato) contiene de un lado el grupo carboxilo para unirse a la estructura dentaria y es hidrofílico, y del otro lado el grupo metacrilato para unirse a los metacrilatos de las resinas. Estos imprimidores deben ser muy fluidos para lograr una buena humectación, por que vienen disueltos en acetona, etanol o cualquier otro solvente para que penetre fácil a los túbulos dentinarios. Se aplica una capa delgada sobre dentina húmeda pues son resinas hidrofílicas. Algunos fabricantes recomiendan adelgazar la capa del primer con aire, para una mejor penetración a los túbulos dentinarios y así se disuelve mas rápido el solvente.

4.- Aplicación del bonding o adhesivo. Esta es una resina fluida que se va a unir químicamente al primer por copolimerización. Ejemplo de estas resinas: BIS-GMA (Bisfenol metacrilato), TEGDMA (Trietilen glicol dimetacrilato). Hay adhesivos fotopolimerizables, otros autopolimerizables y otros mixtos o de curado dual.

5.- Obturación. Una vez aplicado el adhesivo la cavidad queda lista para ser obturada ya sea directamente con composite, amalgama, o indirectamente (prótesis metálica, corona de resina o porcelana, incrustación estética, etc.) en donde se necesitará usar los cementos de resina y preparar la superficie de la restauración.

### **5. Adhesión a porcelana.**

Después de la manipulación de los sistemas adhesivos sobre la superficie del diente, se va a preparar la superficie de la porcelana para recibir el cemento de resina. Podemos preparar la cerámica de diferentes formas:

1.- La superficie interna de las piezas de cerámica deben ser limpiadas y acidificadas cuidadosamente con el ácido fluorhídrico o fosfórico. Cuando se va a aplicar intraoralmente es mejor utilizar el fosfórico, por implicar menor riesgo. Cuando la aplicación puede hacerse extraoral es factible emplear el fluorhídrico. (7)

a) Grabado con ácido fluorhídrico en gel al 9% por 3 minutos. El ácido fluorhídrico es el único que tiene capacidad de grabar vidrio y cerámica, lavar y neutralizar con una solución de bicarbonato de sodio, el ácido creará microporosidades para la retención micromecánica. (32)

b) Con ácido fluorhídrico a una concentración del 9% durante 7 minutos, luego se lava vigorosamente y se pone en una solución de bicarbonato de sodio al 10% , para neutralizar la acción, se vuelve a lavar y secar y se aplica el silano, el cual es una molécula bifuncional de un lado se une a la cerámica y del otro lado se une al cemento de resina. (utilizada en la prueba experimental)

2.- Arenado con Óxido de Aluminio. Este procedimiento limpia la cerámica y crea una porosidad para lograr una retención micromecánica con las resinas cementantes adhesivas.

3.- Lavado profuso y limpieza con ultrasonido.

4. Preparación química para la unión adhesiva . Se logra preparando el substrato con un primer de silano (molécula bifuncional) para el acoplamiento de la cerámica-resina.

En esta unión existen dos tipos la micromecánica y la química. En la micromecánica la porcelana es micrograbada con un ácido, para permitir la penetración de resina en los canales micrograbados de la porcelana. Y la unión química es mediante el uso de agentes químicos de acoplamiento (silanos). Esta unión es muy débil por lo que se usa una combinación de ambas.<sup>(32)</sup>

## 6. Adhesión a metales.

Hay dos formas de adhesión posibles entre metal y resina: física (por traba mecánica) y química (por reacción entre los elementos metálicos y los compuestos del adhesivo).<sup>(34)</sup> La preparación del sustrato metálico para lograr unión adhesiva y micromecánica se puede realizar en la siguiente forma:

- 1.- Arenado con Óxido de Aluminio, Lavado y secado. <sup>(32, 34)</sup>
- 2.- Estañado con el instrumento Tin Plater, se consigue así la electroposición de una delgada capa de estaño sobre la superficie metálica creando así una superficie altamente reactiva y atractiva.<sup>(32)</sup>
- 3.- Utilizando el Metal Primer o promotor de la unión al metal. Es un imprimador químico que prepara el sustrato metálico para la unión con Opacadores de resina y con resinas compuestas.<sup>(32)</sup>
- 4.- Si no hay tal micrograbador o arenador disponible, puede emplearse una fresa de diamante para tal fin, aunque no es muy eficaz.<sup>(34)</sup>
- 5.- Se puede grabar el metal con ácido, pero sólo es aplicable a aleaciones de metales no preciosos o no nobles pues las aleaciones nobles son resistentes a los ácidos.<sup>(34)</sup>

Como no hay una afinidad química entre los metales y la resina, se han creado moléculas adhesivas bifuncionales que se unen a cada extremo a diferentes sustratos, así copolimerizan con resinas y se entazan química o

mecánicamente con los metales. Estas moléculas se encuentran en los primers, o en los cementos de resina.

Es una unión mecánica entre el metal y el adhesivo de resina, donde existen perforaciones en el metal, socavados, mallas de alambre o una superficie grabada a la que puede adherirse la resina. De estas la más común y la que tiene mayor potencia de unión es el grabado electroácido. Para esta unión se recomienda cementar con composites quimiapolimerizables, ya que no se puede fotopolimerizar a través del metal.

En la unión química metal-adhesivo de resina el metal se envuelve con un agente de unión fosforado ácido, ya que este puede unirse químicamente al metal. La ventaja de esta unión es que no necesita grabarse al metal.<sup>(12)</sup>

## V. FRESAS DENTALES.

Para colocar una restauración es necesario que se prepare el diente y otros tejidos, pero para preparar el diente se requiere cortar y desgastar las estructuras dentarias. Las fresas dentales son pequeños taladros o instrumentos de corte, las hay de diversas formas y tamaños. Se pueden clasificar según su composición en: fresas de acero al carbono (acero hipereutectoide), fresas de carburo tungsteno (fresas de carburo) y fresas de diamante.

Las fresas de acero se fabrican a partir de un pedazo de metal liso al cual se le da forma con un instrumento de corte rotatorio, se endurece y temple la fresa. su número de dureza de Vickers es de 800, mientras que el del esmalte es de 260 a 300. Cada vez que la fresa de acero hace contacto con el esmalte, sus filos se doblan, se astillan y gastan casi de inmediato. En la dentina, sin embargo, el corte es muy eficaz, pero por la conformación anatómico es imposible cortar dentina sin tocar el contorno del esmalte. (29)

Las fresas de carburo de tungsteno son un producto de los polvos metálicos. La metalurgia de estos polvos involucran un proceso de aleación donde no hay la fusión completa de los componentes. Están compuestas de cobalto 5-10%, siendo lo restante de carburo de tungsteno, y pequeñas cantidades de hierro (0.2%), níquel (0.15-0.25%), titanio (0.01-0.1%) y silicio (0.1%). Su número de dureza de Vickers de la fresa de carburo es de 1600 a 1700. Del sinterizado (aleación parcial de los metales participantes) de carburo de tungsteno se cortan y se conforman las fresas por medio de herramientas de diamante. La cabeza se fija a un eje o espiga o tallo soldándolo por medio de

soldaduras duras o eléctricamente tope. En algunos casos las fresas son de una sola pieza tanto el vástago como la cabeza. El uso de una fresa de carburo de tungsteno reduce la cantidad de calor generado durante la preparación con respecto al calor que se produce cuando se utiliza una fresa de acero. En el corte de esmalte el calor generado por una fresa de acero aumenta, mientras que el producido por una de carburo permanece constante. (19)

En las fresas de diamante se usan fragmentos de diamante natural o sintético, que se adhiere a una superficie de acero inoxidable de extrema resistencia. Hay tres diferente tipos de granulado: fino, mediano y grueso, este granulado del diamante está ligado fuertemente con un sistema especial de galvanización.(29)

Las fresas se componen de 3 partes tallo, cuello y cabeza o parte activa. Tallo es cilíndrico y es colocado en la pieza o contrángulo y hay diversas longitudes según su uso. El cuello es cónico y une el tallo con la cabeza. La cabeza o parte activa es la que corta los tejidos duros del diente, estos son de diferentes formas y diferentes materiales. El filo es en forma de cuchillas, lisas o dentadas.

## VI. DESARROLLO EXPERIMENTAL.

En la actualidad con la introducción de estos nuevos productos al comercio dental, es necesario realizar pruebas experimentales para comprobar y comparar entre estos productos las diferencias físicas de adhesión.

En esta investigación se trabajó con 3 de los Sistemas Adhesivos más utilizados en México, y se determinó si la superficie dental tratada con diferentes tipos de fresas influía en la fuerza de adhesión a diversas restauraciones (Cr/Ni, Ag/Pd y cerámica). Ya que una superficie con más rugosidades o socavados tendrá una mejor adhesión física o mecánica y por lo tanto se obtendrá una mayor superficie para lograr la adhesión específica y proporcionar una mejor retención de la restauración al diente.

## **1. Planteamiento del problema.**

Debido a la reciente introducción al comercio de la Odontología de estos productos denominados "Sistemas de Adhesión", el presente trabajo tratará de ampliar el conocimiento y mecanismo de acción de estos nuevos productos , recordando los conceptos básicos sobre adhesión , sus aspectos históricos (generaciones) y sobre todo su comportamiento in vitro.

## **2. Justificación.**

En la actualidad con la introducción de estos nuevos productos al comercio dental, es necesario realizar pruebas experimentales para comprobar y comparar entre estos productos las diferencias físicas de adhesión.

Se realizó un trabajo de investigación in vitro para comparar diversos sistemas adhesivos y sus cementos de resinas tomando en cuenta la superficie preparada por diversas fresas, esto con el fin de darle una aplicación clínica, pues en el momento de preparar una cavidad o superficie dentaria, ya sea para colocar amalgama, incrustación, cerámica, resina o ionómero de vidrio, utilizamos tanto fresas de diamante como de carburo sin tomar en cuenta sobre que superficie estamos trabajando. Con esto observaremos si la superficie que nos deja cada fresa influye en la adhesión.

### **3. Hipótesis.**

Una superficie entre más rugosidades o socavados tenga permitirá una mejor adhesión física o mecánica y por lo tanto se obtendrá una mayor superficie para lograr la adhesión específica y proporcionar una mejor retención de la restauración al diente.

#### **4. Objetivos.**

Determinar si influye la superficie del tejido dentario tratado con diferentes tipos de fresas en las fuerzas de adhesión a esmalte y dentina con diversas restauraciones utilizando los sistemas de adhesión.

##### **Objetivos Específicos.**

- 1) Comparar las superficies que dejan las fresas de carburo lisa, carburo estriada y diamante al utilizar los tres diferentes sistemas de adhesión para la colocación de restauraciones de cerámica, Cr/Ni y Ag/Pd, midiendo la fuerza de adhesión ante una carga traccional.
- 2) Utilizar los diversos componentes de un sistema de adhesión, así como sus cementos de resina para cementar restauraciones de cerámica, Cr/Ni y Ag/Pd.

## 5. Material y Equipo.

- 140 dientes humanos
- 120 muestras de cerámica de  $3 \times 3 \pm .2$  mm. y espesor de 1.5 mm. (IPS Corum, Ivoclar)
- 80 muestras de Cr/Ni de  $3 \times 3 \pm .2$  mm. y espesor de 1.5 mm. (Nic Bond)
- 80 muestras de Ag/Pd de  $3 \times 3 \pm .2$  mm. y espesor de 1.5 mm. (Wilkinson)
- acrílico autopolimerizable para montar muestras
- moldes de acero inoxidable para montar muestras
- vaselina
- espátula de cementos
- losetas de vidrio (5 x 5)
- papel abrasivo de los números No. 120, 320 y 600.
- pieza de mano de alta velocidad
- aparato para fijar la pieza de mano de alta velocidad
- 12 fresas de diamante grano mediano (International)
- 12 fresas de carburo lisa (S.S. White)
- 12 fresas de carburo dentada (Komet)
- 3 sistemas adhesivos:
  - Scotchbond Multipropósitos Plus (3M)
  - Syntac (Ivoclar/Vivadent)
  - Denthesive II (Kulzer)
- 3 Cementos de resina
  - Opal Luting Material (3M)
  - Variolink (Ivoclar Vivadent)
  - Twin Look (Kulzer)
- arenador de AIO malla 200

- lámpara para fotopolimerizar 3 M
- radiómetro para comprobar efectividad de curado y calor generado por la lámpara (Demetron)
- cronómetro
- ambientador Hanau
- agua bidestilada
- máquina de termociclado
- máquina universal de pruebas INSTRON 1137
- aditamentos para carga
- microscopio óptico
- lupa de 10 aumentos

## 6. Método.

1.- Los dientes humanos de reciente extracción (molares) sin o con caries incipiente, fueron almacenados en agua bidestilada hasta el momento de preparar las muestras.

2.- Se montaron los dientes en un molde cilíndrico con resina acrílica autopolimerizable. Se ahogó horizontalmente el diente hasta cubrirlo con la resina acrílica y se dejó polimerizar por lo menos 1 hora. (foto 1)



Foto 1. Montando el diente en acrílico.

3.- Se descubrió la superficie de esmalte del cilindro de acrílico con papel abrasivo número 120, luego con el 320 y al último con grano 600 (foto 2); ya delimitada la superficie de esmalte se pasó 10 veces sobre la fresa de diamante montada en la pieza de mano de alta velocidad y acondicionada en aditamento especial, para hacer el desgaste a una misma presión y dirección

(foto 3). Este mismo procedimiento se empleó con los otros tipos de fresas carburo lisa y carburo dentada.



Foto 2. Descubriendo la superficie con papel abrasivo 600.

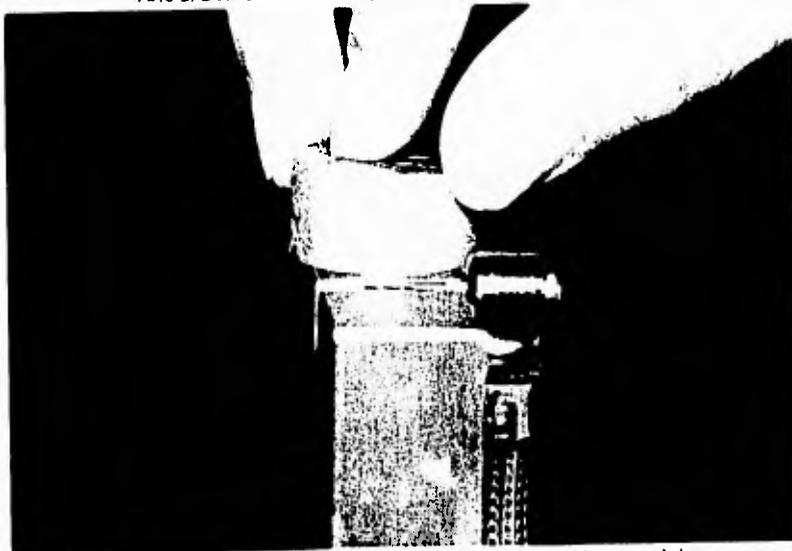


Foto 3. Desgaste con pieza de mano en adlanto especial.

4.- Se prepararon las muestras de cerámica y de las aleaciones a un tamaño estandar de  $3 \times 3 \pm .2$  mm. y 1.5 mm. de espesor. Las muestras de Cr/Ni y Ag/Pd se pulieron y se arenaron con óxido de aluminio malla 200. (foto 4) Las muestras de cerámica se grabaron con ácido fluorhídrico al 9% por 7 min., se lavó con agua por 1 minuto y se neutralizó con bicarbonato de sodio al 10% por 1 minuto.



Foto 4. Arenando las aleaciones.

5.- Se prepararon las superficies de esmalte y dentina siguiendo las instrucciones del fabricante del adhesivo utilizado. (Apéndice)

6.- Se cementaron las muestras de Cr/Ni, Ag/Pd y cerámica con el cemento de resina correspondiente a cada Sistema Adhesivo, siguiendo las instrucciones del fabricante, y haciendo la presión necesaria ( $15 \text{ kg./cm}^2$ ) con las aleaciones para asegurar el íntimo contacto entre la restauración y la superficie del diente (foto 5) obteniendo un montaje por cada una de las muestras; con la cerámica la presión fue digital.

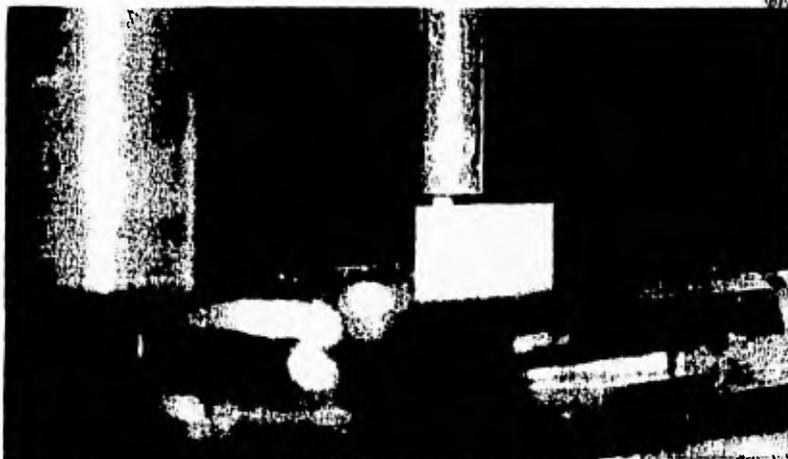


Foto 5. Haciendo una presión de 15 kg./cm.<sup>2</sup>

7.- Los montajes se almacenaron en un ambientador con 100% de humedad absoluta a 37°C durante 24 horas. (foto 6)



Foto 6. Almacenando en el ambientador con humedad absoluta a 37°C por 24hrs.

8.- Los montajes se termociclaron por 500 ciclos a temperaturas de  $5 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $65 \pm 2^\circ\text{C}$ .(foto 7)

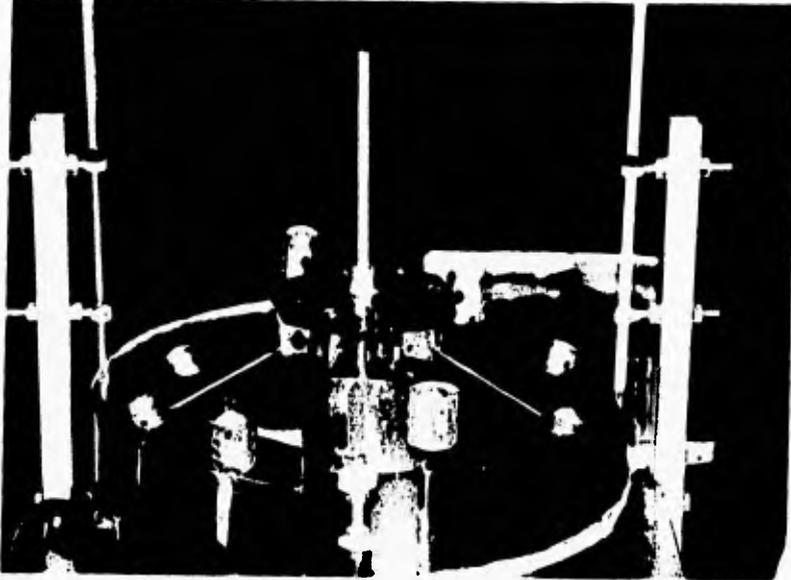


Foto 7. Termociclando las muestras.

9.- Pasadas las 16 horas, los montajes se llevaron a la máquina universal de pruebas. Se colocó el dispositivo para aplicar la carga traccional. Usando la escala de carga total de 50 kg. y con una velocidad de .5 mm./min. (foto 8)

10.- La carga necesaria para separar la restauración de la superficie dentaria se registró de la siguiente manera:  $\text{kg./cm.}^2$  y esta dada por la carga o fuerza final de corte de la INSTRON en kg. sobre el área de la muestra en  $\text{cm}^2$

= Carga final INSTRON en kg.

Área de la muestra en  $\text{cm.}^2$

El resultado se multiplicó por 0.09807 para convertir a MPa.; y el promedio de cinco muestras se reportó.

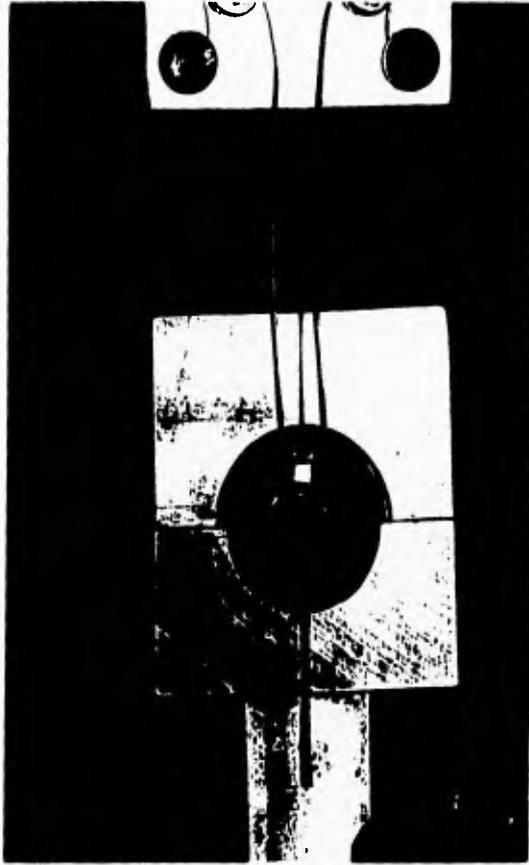


Foto 8 Aplicando carga traccional en la máquina INSTRON.

11.- Al terminar las pruebas sobre esmalte utilizaremos las mismas muestras pero ahora descubriendo la superficie de dentina. Se seguirá el mismo procedimiento desde el número 3 hasta el 10.

12.- El grupo control estuvo expuesto a todos los procedimientos descritos anteriormente excepto a la preparación de las superficies con las fresas. La superficie fue la lograda con el papel abrasivo 600.

Observaciones:

A) Después de separadas las muestras de la superficie de esmalte y dentina con las diferentes fresas se procedió a observar en microscopio óptico, y se determinó la condición de la superficie de acuerdo a la existencia de adhesivo y otras condiciones observadas.

## **7. Método Estadístico.**

Se obtuvo el promedio de 5 muestras y su análisis estadístico fue determinado por medio del análisis de varianza ANOVA y la desviación estándar.

(Tablas 1-6)

## 8. Resultados y Comentarios.

Al realizar las observaciones de las superficies tanto dentaria como de las aleaciones después del desprendimiento de las muestras se obtuvo la siguiente relación:

Aleación	Adh/M	Adh/E	Adh/D	Total
Ag/Pd	11	35	34	80
Cr/Ni	06	43	31	80
Total	17	78	65	160

Adh/M= adhesivo quedó en metal. Adh/E= adhesivo quedó en esmalte. Adh/D= adhesivo quedó en dentina.

Donde se observa que el 89.3% de las muestras, el adhesivo se queda adherido a la superficie dentaria (esmalte o dentina) no permitiendo hacer la valoración de la adhesión a la superficie dada por los tres tipos de fresas sobre estos substratos. Y solo podemos concluir que los sistemas adhesivos utilizados tienen una mayor adhesión a la superficie dentaria (esmalte o dentina) que a las aleaciones utilizadas.

En las observaciones realizadas a la superficie y a la cerámica después de la carga de tracción aplicada se obtuvo la siguiente relación:

	Adh/C	Adh/E	Adh/D	Total
Cerámica	108	11	1	120

Adh/C= adhesivo quedó sobre cerámica. Adh/E= adhesivo quedó sobre esmalte. Adh/D= adhesivo quedó sobre dentina.

Donde se observa que el adhesivo tuvo al 90% de adhesión a la cerámica que a la superficie dentaria (esmalte o dentina), permitiéndonos hacer la valoración de la adhesión a la superficie tratada con las fresas de diamante grano mediano, de carburo lisa y de carburo estriada.

Los promedios obtenidos de la aplicación de una carga traccional a las muestras están repartados en las Gráficas 1 a la 6.

En la Gráfica No. 1 se observa que la fuerza de adhesión obtenida entre esmalte y cerámica en la aplicación de la carga traccional fue mayor con la utilización de la fresa de diamante de grana mediana y el sistema de adhesión de Syntac (Ivoclar/Vivadent) con un promedio de 26.73 MPa (Tabla 1); seguida de la utilización de la fresa lisa de carburo con el sistema adhesivo de Denthesive II (Kulzer) con un promedio de 25.03 MPa. El Scotchbond Multipropósitos Plus (3M) reportó cifras muy iguales con todas las tipos de fresas y el grupo control 14.65 MPa.

En la Gráfica No. 2 se observa que la fuerza de adhesión obtenida entre dentina y cerámica no existe diferencia significativa en la utilización de una fresa específica para obtener mejor adhesión, pues se observó que el grupo control tuvo mayor valor con los tres sistemas: Denthesive II (Kulzer) con un promedio de 17.93 MPa (Tabla 2); Scotchbond Multipropósitos Plus (3M) con un promedio de 16.63 MPa y el Syntac (Ivoclar/Vivadent) con promedio de 17.36 MPa. En relación a la adhesión comparativa obtenida con las diferentes fresas el Scotchbond Multipropósitos Plus de 3M, obtuvo los valores más altos con fresa de diamante de grano mediano con 12.26 MPa.

En la Gráfica Na. 3 se observa que el sistema adhesivo de Scotchbond Multipropósitos Plus (3M) tiene una mayor fuerza de adhesión a la aleación de Ag/Pd que el sistema adhesivo Denthesive II (Kulzer). El valor más alto lo da el

Grupo Control con un promedio de 10.96 MPa (Tabla 3) con Scotchbond Multipropósitos Plus.

En la Gráfica No. 4 podemos observar que la mayor fuerza de adhesión a la aleación de Ag/Pd la obtenemos con el Scotchbond Multipropósitos Plus no habiendo una diferencia muy significativa con el Denthesive II (Kulzer). El valor más alto lo da el grupo control con un promedio de 6.01 MPa (Tabla 4) con Scotchbond Multipropósitos Plus.

En la Gráfica No. 5 podemos observar que la fuerza de adhesión a la aleación de Cr/Ni después de aplicar la carga traccional es significativamente mayor con la utilización del Scotchbond Multipropósitos Plus (3M) que con el Denthesive II (Kulzer).

En la Gráfica No. 6 se observa que la mayor fuerza de adhesión a la aleación de Cr/Ni está dada por el Scotchbond Multipropósitos Plus (3M) en el grupo control con un promedio de 8.35 MPa (Tabla 6).

## 9. GRÁFICAS Y TABLAS

## ADHESIÓN: ESMALTE / CERÁMICA

Gráfica No. 1  
MPa

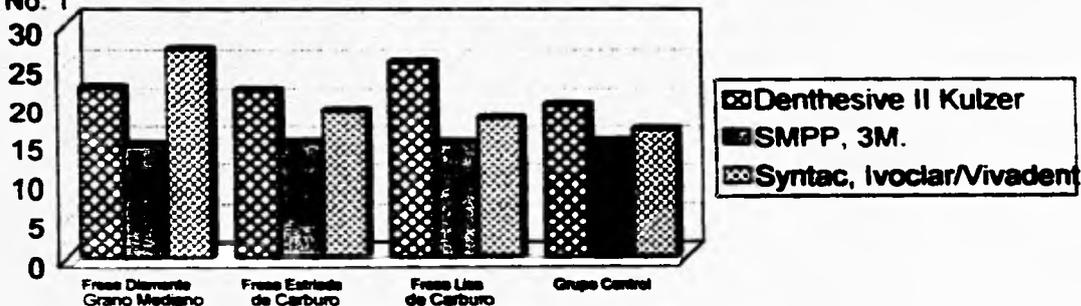


Tabla No. 1

Esmalte / Cerámico	Fresa Diamante Grano Mediano			Fresa Estriada de Carburo			Fresa Lisa de Carburo			Grupo Control		
	P.	D.S.	V.	P.	D.S.	V.	P.	D.S.	V.	P.	D.S.	V.
Fresa Diamante Grano Mediano	21.89	3.1	9.65	21.47	3.94	15.56	14.54	3.66	13.45	18.85	4.59	21.08
Fresa Estriada de Carburo	25.09	7.96	63.43	25.09	7.96	63.43	25.09	7.96	63.43	25.09	7.96	63.43
Fresa Lisa de Carburo	19.62	8.17	66.89	19.62	8.17	66.89	19.62	8.17	66.89	19.62	8.17	66.89
Grupo Control	14.65	4.97	24.77	14.65	4.97	24.77	14.65	4.97	24.77	14.65	4.97	24.77

## ADHESIÓN: DENTINA / CERÁMICA

Gráfica No. 2

MPa

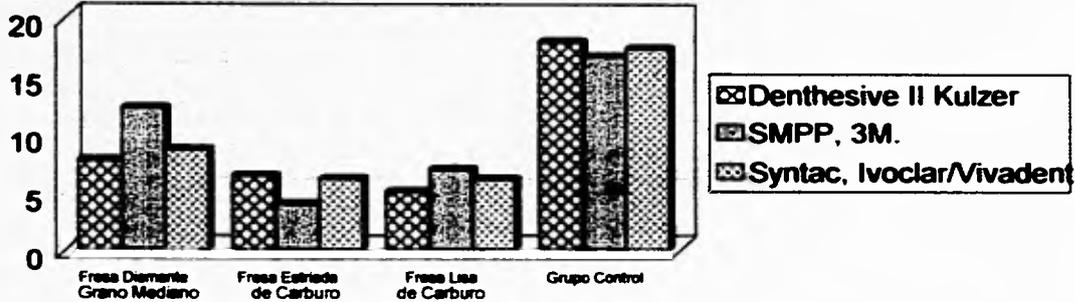


Tabla No. 2

Dentina/Cerámica	KULZER			3M			IVOCLAR		
	P.	D.S.	V.	P.	D.S.	V.	P.	D.S.	V.
Fresa Diamante Grano Mediano	7.84	3.62	13.11	12.26	6.36	40.45	6.55	1.21	1.45
Fresa Estriada de Carburo	6.33	1.56	2.44	3.92	1.39	1.95	6.07	0.39	0.15
Fresa Lisa de Carburo	4.96	0.45	0.21	0.66	1.11	1.22	6.01	1.09	1.18
Grupo Control	17.93	5.45	29.7	16.63	2.47	6.12	17.36	2.59	6.79

## ADHESIÓN: ESMALTE / Ag - Pd

Gráfica No. 3

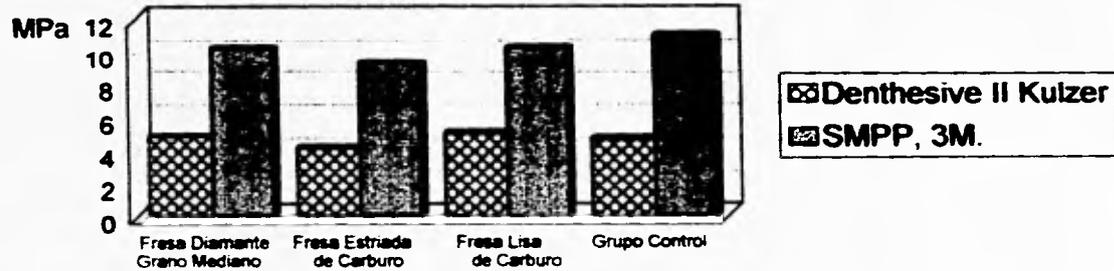


Tabla No.3

Esmalte Ag - Pd	Denthesive II Kulzer			SMPP, 3M		
	P.	D.S.	V.	P.	D.S.	V.
Fresa de Diamante Grano Mediano	4.77	1.58	1.81	10.17	1.23	0.51
Fresa Estriada de Carburo	4.07	1.28	1.61	9.23	0.89	0.81
Fresa Lisa de Carburo	4.97	1.27	1.62	10.23	1.06	0.96
Grupo Control	4.63	1.31	1.86	10.96	1.54	2.38

## ADHESIÓN: DENTINA / Ag - Pd

Grafica No. 4

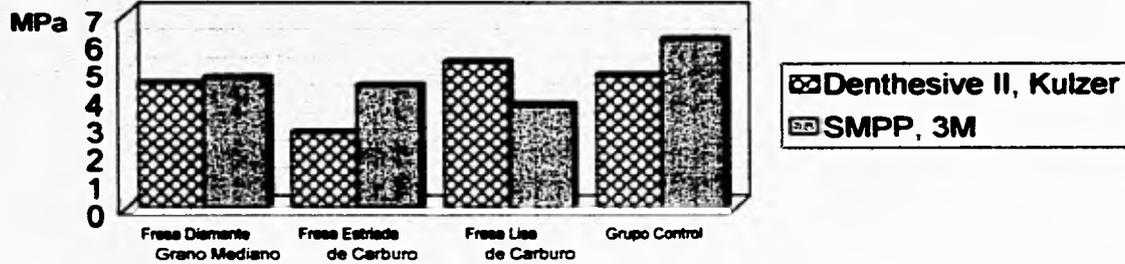


Tabla No. 4

Dentina / Ag-Pd	KULZER			3M		
	P.	D.S.	V.	P.	D.S.	V.
Fresa de Diamante Grano Mediano	4.43	0.44	0.21	4.62	0.57	0.05
Fresa Estriada de Carburo	2.68	0.57	0.32	4.33	0.16	0.02
Fresa Lisa de Carburo	5.21	0.25	0.06	3.65	1.18	1.39
Grupo Control	4.72	0.59	0.35	6.01	1.61	2.61

## ADHESIÓN: ESMALTE / Cr - Ni

Gráfica No. 5

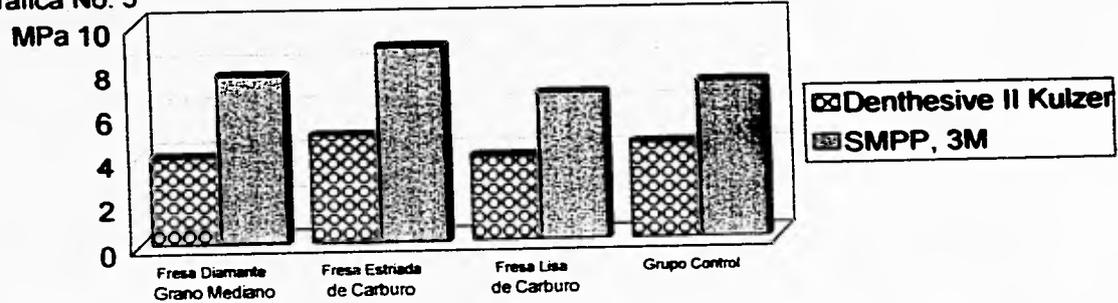


Tabla No. 5

Esmalte / Cr - Ni	KULZER					
	P.	D.S.	V.	P.	D.S.	V.
Fresa de Diamante Grano Mediano	5.31	1.02	4.04	8.86	1.97	3.91
Fresa Estriada de Carburo	4.86	0.34	0.11	6.61	1.29	1.67
Fresa Lisa de Carburo	3.79	0.81	0.65	7.09	1.08	1.16
Grupo Control	4.31	1.14	1.31			

## ADHESIÓN: DENTINA / Cr - Ni

Gráfica No. 6

MPa

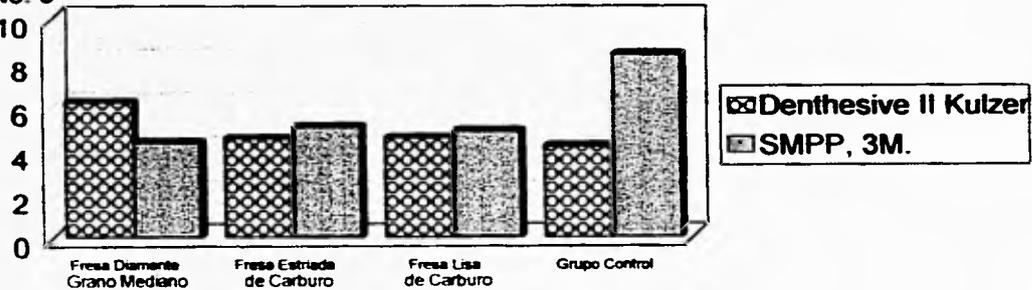


Tabla No. 6

Dentina / Cr - Ni	KULZER			3M		
	P.	D.S.	V.	P.	D.S.	V.
Fresa de Diamante Grano Mediano	6.12	1.88	3.55	4.31	0.32	0.11
Fresa Estriada de Carburo	4.49	1.12	1.25	5.04	0.39	0.15
Fresa Lisa de Carburo	4.53	1.81	3.29	4.85	0.89	0.81
Grupo Control	4.14	0.98	0.96	8.35	2.44	5.96

## 10. Discusión.

Confirmamos la representada en otros estudios como el de Renert H. y cols. y el de Yamaguchi y cols. que mencionan una mayor adhesión a la superficie de esmalte que a dentina y que es mejor la adhesión a dentina sin limalla a barrillo dentinaria.

Se observa que la adhesión a aleaciones es menor que la adhesión a las superficies dentarias. De acuerdo a nuestros resultados y confirmando la que reportó Barkmeire y cols. en su artículo sobre la adhesión que se da sobre aleaciones no preciosas sobre el sustrato de esmalte y dentina, al compararse que las cifras de adhesión son menores en estas sustratos, por lo que debe preocupar más al cirujano dentista esta adhesión.

Pensamos por los resultados obtenidas en esta investigación que la unión que existe de las adhesivas a la cerámica por los tratamientos previos de grabado y de silanización, confieren a esta una mayor adhesión que la que se logra sobre el sustrato diente (esmalte y dentina) con la técnica de grabado y adhesivas hidrófilas con reacción química.

Al misma tiempo, con la fresa de diamante grana mediano con la cual se obtuvo mayor adhesión con el sistema de Syntac de Ivoclar/Vivadent, sobre esmalte se presume sea por que la superficie obtenida sea más activa pasiblemente por no tener estratos débiles que puedan desprenderse de la superficie. No podemos generalizar esta conclusión con las otras sistemas utilizados pues es con una de ellos el Scotchband Multiprósitos Plus de 3M los resultados con las 3 tipos de fresas en adhesión a esmalte no hubo diferencia significativa.

De acuerdo al resultado obtenido con la adhesión o dentino donde los valores obtenidos con los 3 sistemas fueron muy similares en el grupo control (papel abrasivo grano 600) y superiores a cualquier superficie dejada por lo freso, pudiendo concluir que entre más tersa y por lo tanto sin barrillo dentinario sea una superficie tendrá mayor energétividad para unirse a los sistemas adhesivos.

Es necesario mencionar que la forma cuadrada de las muestras no son las indicadas para aplicar la fuerza traccional, porque la dirección de la carga por medio de un alambre no es direccional, por lo que proponemos para reafirmar estos resultados la fabricación de muestras cilíndricas y retomar estos objetivos.

De los sistemas utilizados en esta valoración con base a sus especificaciones y aplicación de uso, el sistema de Adhesive II de Kulzer no está del todo claro al no tener instrucciones precisas para el manejo de estos en los renglones de grabado o no a lo dentina (lo dejo muy ambiguo) y en el uso del cemento de resina a utilizar para metales y cerámico.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## 11. Conclusiones.

De acuerdo a la realización de este estudio puedo concluir que los sistemas adhesivos utilizados en esta investigación pertenecen a la cuarta generación por ser multifuncionales, <sup>(7)</sup> son capaces de adherir a esmalte, dentina, composites, porcelana, metales, amalgamas.

Estos sistemas tienen dos características fundamentales:

- 1) Remueven o modifican la capa de película de la dentina con el acondicionamiento (ácido orgánico) dejando una matriz de colágena que es el sitio primario para la adhesión.
- 2) Se basan en resinas hidrofílicas o agentes humectantes para la adhesión óptima, estos son los imprimidores o "primers". Con la resina hidrofílica se produce una capa de refuerzo de resina y se le llama capa híbrida.

La adhesión química en estos adhesivos es muy importante pero la resistencia de adhesión es más fuerte cuando logramos una retención micromecánica. Por lo que mayor adhesión a esmalte que a dentina lo que confirma lo que otros autores han publicado <sup>(15,17)</sup> Los sistemas adhesivos actuales a dentina reportan valores muy parecidos por lo que sería conveniente hacer una valoración controlando las superficies de esmalte y dentina.

Los reportes dados por los autores y casas comerciales que utilizan mediciones de adhesivos sobre superficies tersas logradas con papel abrasivo de grano 600, no es representativo de lo que sucede en la clínica porque el pulido que se logra de esta manera nunca lo vamos a obtener en la práctica clínica diaria.

Los dientes son dinámicos, se sujetan a compresión, tensión y cargas, y la fatiga cíclica resultante es una constante producción de esfuerzo en la interfase de la adhesión. Por lo que considero que se debe hacer una continuación a esta investigación con los cambios sugeridos en nuestros comentarios, discusión y conclusiones, además de valoraciones clínicas comprobatorias. Al mismo tiempo se deben de desarrollar sistemas, cementos y adhesivos que sean compatibles con las fuerzas y dinámica que está ocurriendo en la boca.

## VII. BIBLIOGRAFÍA.

1. PHILLIPS Ralph W. La ciencia de los Materiales Dentales de Skinner. Novena Edición. Tr. C.D. Claudia Patricia Cervera Pineda. Editorial Interamericana. Mc. Graw-Hill. México. 1991. Pp: 615.
2. WILLIAMS D.F., CUNNINGHAM J. Materiales en la Odontología Clínica. Tr. Dr. Ricardo Luis Macchi. Editorial Mundi S.A.I.C. y F. México, 1982. Pp: 377.
3. QUINTERO, BARCELÓ y BARRÓN. Actualización en adhesivos para esmalte y dentina y otros sustratos. Primera Parte. Práctica Odontológica. 16(2) 1995. Pp: 18-23.
4. MACCHI Ricardo Luis. Materiales Dentales. Fundamentos para su estudio. Editorial Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 1980. Pp: 119.
5. ALBERS Harry F. Odontología estética. Selección y colocación de materiales. Editorial Labor. S.A. Barcelona, España. 1988. Pp: 287.
6. REISBICK M.H. Materiales Dentales en Odontología Clínica. Tr. Q.F.B. Ma. del Rosario Carsolio Pacheco. Editorial El Manual Moderno. México, D.F. 1982. Pp: 338.
7. QUINTERO, BARCELÓ y BARRÓN. Actualización en adhesivos para esmalte y dentina y otros sustratos. Segunda Parte. Práctica Odontológica. 16(3) 1995. Pp: 18-23.
8. O'BRIEN William J. Materiales Dentales y su elección. Segunda reimpresión. Editorial Médica Panamericana. México. 1989.
9. JENSEN MARK. Dentin Bonding Agents. Esthetic Dentistry Pp: 15-23.

10. BOJRN V. Z. y TAMER B. Recent Advances in Bonding to gold, amalgam and porcelain. JCO. Vol, 27 Num. 12. 1993.
11. BARKMEIER Wayne W. SUH Byoung Y. COOLEY Robert L. Shear Bond Strenght to Dentin and Ni-Cr-Be Alloy with the All Bond Universal Adhesive System. J. Esthetic Dentistry. Vol. 3 Num. 4 1991. Pp: 148-153.
12. EDELBERG Martin H. Medios Cementantes. Restauraciones Protésicas Adhesivas.
13. Reality Now. Dental Adhesives. Reality's Choices. Feb. 1993. Num. 41. A.A.D.E.
14. BARKMEJER Wayne W. The Kulzer Communicator. Denthesive: A new adhesive system. Val. 8 Num. 2. 1991. Pp: 1-3.
15. RENERT H., BEN-AMAR A. et al. Estado actual de los adhesivos dentinarios. Educación continua. Vol. IV Num. 7 (6): 44-47. 1988.
16. ROULET B. V.:In vitro marginal Quality of Dentin-Bonded composite resins in class V cavities. Quintessence Int. 20(6): 407-12. 1989.
17. YAMAGUCHI, et al. Parameter affecting in vitro bond strength of composites top enamel and dentin. Dent. Mater. 5(3):153-6.1989.
18. TYAS. Clinical performance of three dentine bonding agents in class V abrasion lesions without enamel etching. Aust. Dent. J. 33(3) 177-80.1988.
19. BARBOSA R. H. et al. Análisis detallado con microscopio electrónico entre brocas de tungsteno carbónico e instrumentos rotatorios con puntas de diamante. Araraquara. Escuela Odontología U. Estatal. Brasil KG. Sorensen.
20. ISHIJMAN T. et al. Adhesion of resin to casting alloys. J. Prosthetic Dentistry April. 1992. Vol. 67 Num 4. Pp: 445-449.
21. WATSON T.F. Adhesive Systems Composites Dentine Bonding Agents and Glass Ionomers. Brithish Dental J. March 19,1994 Pp: 227-231.

22. PASSHLEY E.L. TAO, MATTHEWS. Bond strengths to superficial, intermediate and deep dentin in vivo with four dentin bonding systems. *Dent. Mater.* 9:19-22. January 1993.
23. MC GUCKING, et al. Shear bond strength of Scotchbond in vivo. *Dent. Mater.* January 1991. Pp: 50-53.
24. Ionómero de vidrio. Tesina. Moran R. A. U.N.A.M. F.O. 1988.
25. ROTH, Françoise. Los Composites. Masson, S.A. Pp: 237. México.
26. Scotchbond Multipropósitos Plus. Catálogo, 3M.
27. Syntac y Variolink Instructivos. Ivoclar/Vivadent.
28. Sistema Adhesivo Universal All Bond 2 Bisco Dental Product.
29. Catálogo de fresas de carburo y diamante negro. S.S. White es calidad. Pennwall.
30. The Dental Advisor. The Quarterly for the Dental Profession Dentin Bonding Agents. Vol. 12 No.2.
31. Nuevos productos en el campo de la Odontología Operatoria Estética Adhesiva. Boletín Científico Biomateriales. Vol. 11 Núm. 7 Dic. 94 Santafé de Bogotá, Colombia.
32. Cementos de uso odontológico. Boletín Científico. Biomateriales Vol. 11 Num 2. Abril-Junio 95. Santafé de Bogotá, Colombia. Pp: 1-8.
33. Mitos y realidades sobre el grabado del esmalte. Dr. Federico Pérez Diez.
34. QUINTERO BARCELÓ y BARRÓN. Actualización en adhesivos para esmalte/dentina y otros sustratos. Tercera Parte. *Práctica Odontológica* 16(9) 1995 Pp: 24-29.

# APÉNDICES

**DENTHESIVE****KULZER****Colocación de restauración de cerámica:**

## Cavidad:

- 1.- Grabado ácido del esmalte: Colocar Esticid -Gel sobre esmalte , dejarlo actuar por 60 seg., lavar con agua 20 seg. y secar con aire 20 seg.
- 2.- Adhesión a la dentina: Denthese II A+B. Mezclar 1:1, aplicarlo con pincel y frotar 30 seg. y despejar.
- 3.- Sellado de la cavidad: Adhesive Bond II, aplicarlo con un pincel y frotar 15 seg. despejar. Polimerizar 40 seg.

## Restauración:

- 1.- Tratamiento de la cerámica: Grabar y silanizar la cerámica. \*
- 2.- Aplicar con un pincel una capa fina de Adhesive Bond II a la reconstrucción y esparcirla con la jeringa de aire. No polimerizar.
- 3.- Mezclar Twin Lock 1:1 y cementar la reconstrucción en la cavidad.
- 4.- Polimerizar por 20 seg. cada margen.

**DENTHESIVE****KULZER****Colocación de restauración de metal:****Cavidad:**

- 1.- Grabado ácido del esmalte: Colocar Esticid -Gel sobre esmalte , dejarlo actuar por 60 seg., lavar con agua 20 seg. y secar con aire 20 seg.
- 2.- Adhesión a la dentina: Denthesive II A+B. Mezclar 1:1, aplicarlo con pincel y frotar 30 seg. y despejar.
- 3.- Sellado de la cavidad: Adhesive Bond II, aplicarlo con un pincel y frotar 15 seg. despejar. Polimerizar 40 seg.

**Restauración:**

- 1.- Tratamiento del metal: pasar la superficie a adherir por el sanblaster o el arenador.
- 2.- Aplicar con un pincel una capa fina de Adhesive Bond II a la reconstrucción y esparcirlo con la jeringa de aire. No polimerizar.
- 3.- Mezclar Twin Look 1:1 y cementar la reconstrucción en la cavidad.
- 4.- Polimerizar por 20 seg. cada margen.

**Componentes:****Esticid-Gel:**

Ácido ortofosfórico al 35%

**Denthesive II A+B:**

HEMA (hidroxietilmetacrilato)

EDTA (etilendiaminatetracético)

**Adhesive Bond II:**

HEMA (hidroxietilmetacrilato)

**SCOTCHBOND MULTIPROPÓSITOS PLUS****3M****Colocación de restauraciones de metal.**

Cavidad:

Aislamiento absoluto y cavidad limpia y seca

1. Aplicar el Scotchbond Grabador a esmalte y dentina, esperar 15 seg. y enjuagar. Secar suavemente por 2 seg. o secar con algodón. Dejar húmedo.
- 2.- Aplicar el Activador (1.5) al esmalte y dentina. Secar suavemente por 5 seg.
- 3.- Aplicar el Primer (2) al esmalte y dentina. Secar suavemente por 5 seg.
- 4.- Aplicar el Catalizador (3.5) al esmalte y dentina.

Restauración:

Las superficies metálicas a adherir deben pasarse por el Sandblaster o arenador y un tratamiento de silano.

- 1.- Aplicar el Catalizador (3.5) a la superficie a adherir de la restauración.
- 2.- Mezclar y aplicar el cemento de resina Opal Luting Material en un proporción de 1.1. (base y catalizador) a la superficie a adherir de la restauración.
- 3.- Colocar la restauración y fotocurar cada margen por 20 seg.

**SCOTCHBOND MULTIPROPÓSITOS PLUS****3M****Colocación de restauraciones de porcelana (Veneers)**

Cavidad:

- 1.- Limpiar el diente preparado, secar y aislar de la humedad y de los dientes adyacentes.
- 2.- Aplicar el grabador del Scotchbond al esmalte y dentina. Esperar 15 seg. Enjuagar por 15 seg. Remover el exceso de agua con aire o con algodón. Dejar húmedo.
- 3.- Aplicar el Primer (2) a la superficie grabada de esmalte y dentina. Secar suavemente por 5 seg.
- 4.- Aplicar el Adhesivo (3) al esmalte y dentina previamente imprimidas. No fotoocurar.

Restauración:

- 1.- A la superficie de porcelana a adherir debe grabarse con ácido fluorhídrico por el laboratorio dental.\*
- 1.- Tratamiento de Silanización: Se aplica Ceramic Primer a la superficie de la restauración. Secar por 5 seg.
- 2.- Aplicar el Adhesivo a la superficie de porcelana a adherir ya silanizada.
- 3.- Mezclar el cemento de resina Opal Luting Material y colocar la restauración
- 4.- Polimerizar los márgenes por 20 segundos.

**SCOTCHBOND MULTIPROPÓSITOS PLUS****3M****Componentes:****Scotchbond Grabador:**

Graba esmalte y remueve el barnillo dentinario .Es ácido fosfórico al 35% tiene un pH de 0.6.

**Activador (1.5) :**

Es usado para aplicaciones de auto-curado como con amalgama, composites y procedimientos indirectos.

Es una solución a base de una sal de ácido sulfúrico y un fotoiniciador. Es una teoría que la sal del ácido sulfúrico del activador reacciona con el ácido polialquenólico del primer permitiendo la formación de radicales libres que se suman a la polimerización de las resinas.

**Primer (2):**

Es una solución acuosa de HEMA y un ácido polialquenólico (copolímero).

El primer permite la subsecuente capa de resina para fluir o mojar la superficie grabada. pH de 3.3.

**Adhesivo (3):**

Es una resina de BIS-GMA y HEMA combinada con un sistema original de iniciación. Una mezcla de aminas permite en 10 seg. de fotocurado y la compatibilidad con el componente de peróxido del catalizador.

**Catalizador (3,5):**

Es un complemento de la misma resina de BIS-GMA y el HEMA , incorporando el componente del peróxido de una resina de autocurado

**Scotchbond Ceramic Primer:**

Es un prehidrolizado, fase simple de silano.

**SYNTAC****IVOCLAR/VIVADENT****Colocación de restauraciones de cerámica:**

Cavidad:

- 1.- Aislar, lavar y secar la cavidad.
- 2.- Aplicar el Email Preparador GS al esmalte, esperar de 30-60 seg. (45 seg.). Lavar por 15 seg. y secar la superficie con aire libre de agua y aceite. Superficie aspecto blanco cremoso.
- 3.- Con un pincel aplicar Syntac Primer sobre la dentina (puede cubrirse también el esmalte) y dejarlo actuar durante 15 seg. Secar con aire libre de agua y aceite.
- 4.- Con un pincel, aplicar Syntac Adhesive sobre la dentina (puede cubrirse también el esmalte) y dejarlo actuar durante 10 seg. Secar con aire libre de agua y aceite.
- 5.- Con un pincel, aplicar Heliobond sobre el esmalte y dentina. Retirar sobrante con aire sin agua ni aceite. No polimerizar.

Restauración:

- 1.- Lavar y secar la restauración.
- 2.- Tratamiento de la cerámica: IPS Ceramic (ácido fluorhídrico)\*
- 3.- Silanización de las superficies internas de la restauración con Monobond-S. Aplicarlo con un pincel y dejarlo actuar 60 seg. Seguidamente, secar con aire libre de agua y aceite.
- 4.- Con un pincel, aplicar una capa fina de Heliobond sobre la superficie de cerámica grabada y silanizada (eliminar el sobrante con aire sin agua ni aceite). Con ello se mejora la humectación con Variolink de la superficie cerámica grabada y silanizada.

**SYNTAC****IVOCLAR/VIVADENT**

5.- Mezclar durante 10 seg. y en proporción de 1:1 la pasta base (color) y la pasta catalizadora. Colocar sobre la superficie interna de la restauración.

6.- Colocar la cerámica, quitar los sobrantes y cubrir los bordes con Liquid-Strip.

7.- Polimerizar los márgenes 40 seg.

**Componentes:**

Email Preparator GS: Ácido ortofosfórico al 37% para grabar esmalte.

Syntac Primer: Tetraetilenglicoldimetacrilato (TEG DMA)

Ácido maléico en solución acuosa de acetona.

Syntac Adhesive: Polietilenglicoldimetacrilato

Glutaraldehído en solución acuosa al 50%.

Heliobond: Resina líquida sin relleno, se utilizó como agente adherente (bonding) así como para humectar mejor las superficies grabadas.

Monobond S: Es un silano monocomponente que produce unión química y duradera entre cerámica y Variolink, así como composite y Variolink. Contiene un silano de adhesión en una solución y e agua y etanol.

Liquid-Strip: Gel de glicerina de color neutro para evitar la inhibición de la polimerización del Variolink por el oxígeno.

## Productos Comerciales

Fabricante	Adhesivo	Cemento de resina
Kerr/Sybron	Optibond (D)	Porcelite (F)
	Optibond FI	Porcelite Dual (D)
Gauk/Dentiply	Prime & Bond	Enforce (D)
3 M	Hyobond	
	Scotchbond M.P.P. (D)	Opal (D)
Ivoclar/Vivadent	Syntac	Parcelains System (F)
		Varolink D (F)
Bisco		Dual Cement (D)
	All Bond 2 (D)	Choice Porcelain Veneer System (F)
	Aelite Bond (F)	Duo Link (D)
Jeneric/Pentron	One Step	All Bond C&B (P.Q.)
	Bond III (D)	Optic Bonding S (D)
Shofu	Imperva Bond (D)	Imperva Dual (D)
Cohene/Whaledent	Art Bond (F)	Duo Cement (D)
Morita Kuraray	Clearfil New Bond	Panavia 21 (P.Q.)
	Clearfil Liner Bond (D)	
	Clearfil Liner Bond 2 (F)	
Den-Mat	Creation 3	Gold Link
	Tenure	Ultra Bond
	Tenure S (D)	
Kulzer	Denthesive II	Twin Look (D)
	Adhesive Bond II	
Bayer	Gluma 3 Step (D)	
Cosmedent	Power Bond	Insure Lite (F)
Ultradent	Premogon (D)	
Lee	Resto Bond 3	
3M	Dentista (D)	
Confli-Dental	Confibond (D)	
Kuraray	Bond WB (D)	
Degussa	Degufill Contact Plus	
3M		Clearfil Waterbond (P.Q.)
		Clearfil
Jelenko		Jelenko DVS System
Champion Dental		Super Bond FLC (F)
Sun Medical		Super Bond C&B

F=Fotocurado D=Curado Dual P.Q.=Polimerización Química

**Sistema Adhesivo: Syntac, Ivoclar/Vivadent**  
**Cemento de resina: Variolink, Ivoclar/Vivadent**  
**Adhesión: Esmalte/Cerámica**

<b>Prue: Esmalte</b>					
	Carga Final (kg)	Área muestra: b x h	Área cm <sup>2</sup>	Carga kg/Área cm <sup>2</sup>	x 0.0987 MPa
1					
2					
3					
4					
5					
				Promedio	
<b>Prue: Cerám.</b>					
	Carga Final (kg)	Área muestra: b x h	Área cm <sup>2</sup>	Carga kg/Área cm <sup>2</sup>	x 0.0987 MPa
1					
2					
3					
4					
5					
				Promedio	
<b>Prue: Res.</b>					
	Carga Final (kg)	Área muestra: b x h	Área cm <sup>2</sup>	Carga kg/Área cm <sup>2</sup>	x 0.0987 MPa
1					
2					
3					
4					
5					
				Promedio	
<b>Prue: Control</b>					
	Carga Final (kg)	Área muestra: b x h	Área cm <sup>2</sup>	Carga kg/Área cm <sup>2</sup>	x 0.0987 MPa
1					
2					
3					
4					
5					
				Promedio	

Hoja de recopilación de datos.

A.5

BIBM