



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EVOLUCIÓN DE LOS ADHESIVOS DE DIFERENTE
GENERACIÓN.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ANA LAURA GALICIA RAMÍREZ

TUTORA: Esp. MARÍA DEL ROCÍO NIETO MARTÍNEZ

MÉXICO, D.F.

2010



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.

Esta tesina es el fruto de un trabajo continuo que nació con amor desde el momento en que entre a la Universidad Nacional Autónoma de México

La dedicatoria es un agradecimiento a todas las personas que creyeron en mí y me apoyaron hasta el día de hoy. Encontrándome presente en este punto de mi vida, que inicia un nuevo camino para el crecimiento de mí persona como profesional.

Una mención especial :

A mi madre. Aquel ángel que me cobijo en sus alas y que siempre ha apoyado mis proyectos.

A mí padre .Que me ha brindado su amor y a contribuido a formar con valores la persona que soy.

A mí hermana Sandra por su compañía y palabras de aliento en los momentos difíciles.

A mi hermana Nancy por alegrar mis días y brindarme su confianza.

A mis sobrinos: Luis, Arantza y Benjamín, que me brindan alegría para vivir y me motivan para ser una mejor persona.

Y para todos mis amigos, que saben lo importante que son en mí vida.

A la Dra. Rocío Nieto por darme: su apoyo, cariño y amistad. Y que promovió en mí la fe y esperanza.

Por último agradecer a todos mis profesores que sembraron gustos en mí la semilla del conocimiento para que la riegue por el camino de la profesión.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVOS.....	9
Objetivo General.....	9
Objetivos Específicos.....	9
Capítulo 1 GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS	
1.1 Definición de adhesión y adhesivo.....	10
1.2 Componentes básicos de los sistemas adhesivos.....	12
1.3 Funciones ideales en un adhesivo.....	19
Capítulo 2 ESTRUCTURA DENTARIA -MECANISMOS DE ADHESIÓN A ESMALTE Y DENTINA	
2.1 Esmalte.....	21
2.2 Dentina.....	24
2.3 Adhesión a esmalte-dentina.....	27
2.3.1 Grabado Ácido.....	33
2.3.2 Barro dentinario” Smear Layer”.....	44
2.3.3 Formación de capa híbrida.....	47

Capítulo 3	CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS	
3.1	Generaciones de adhesivos.....	55
3.2	Por su acondicionamiento ácido.....	66
3.3	Por el sistema de activación.....	69
3.4	Por la técnica de utilización.....	70
Capítulo 4	ADHESIÓN A SUPERFICIES NO DENTARIAS	
4.1	Usos y aplicaciones.....	75
4.1.1	Adhesión a metal.....	78
4.1.2	Adhesión a porcelana.....	80
4.1.3	Adhesión a cerómeros.....	84
4.1.4	Adhesión a fibra de vidrio.....	86
	CONCLUSIONES.....	89
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91



INTRODUCCIÓN

La demanda de pacientes que buscan restauraciones estéticas ha generado un interés en el avance de la odontología adhesiva. La adhesión al esmalte se ha convertido en una técnica previsible, sin embargo, la unión a la dentina ha ido evolucionando de manera significativa con el desarrollo de los diversos sistemas adhesivos.

Al referirnos a estética en odontología tenemos que hacer referencia al mismo tiempo a un concepto llamado adhesión ya que están íntimamente relacionados, y a esta se le ha denominado Odontología Adhesiva.

La adhesión puede ser definida como una atracción molecular (o atómica) entre dos superficies (substratos) en contacto, promovida por la fuerza de atracción interfacial de diferentes moléculas (o átomos).

La odontología adhesiva, en virtud de sus mecanismos de acción, permiten un mejoramiento en los tratamientos restauradores ya que hay una verdadera adhesión a las superficies dentarias, esto hizo posible que hubiera modificaciones significativas en los conceptos de la extensión de las preparaciones cavitarias las cuales se tornaron más conservadoras.

La amplia demanda y uso de adhesivos dentales ha impulsado el desarrollo en rápida sucesión de adhesivos mejores y más fáciles de usar.

Los sistemas contemporáneos de adhesión en odontología, son la resultante de continuados esfuerzos, buscando cada vez más, una mayor biocompatibilidad y adicionalmente reducir significativamente la sensibilidad en la técnica asociada con los actuales sistemas adhesivos y con los agentes de unión a dentina. El que estos materiales se suministren en varios frascos

que adicionalmente deben aplicarse con una secuencia rigurosa y definida, podría considerarse como una desventaja en la manipulación de los mismos.

Los adhesivos a esmalte dentina han pasado de la primera y segunda generación de sistemas adhesivos a la corriente de sexta y séptima generación de adhesivos, y aún más recientemente a la octava.

En los diferentes sistemas adhesivos disponibles en el mercado las sustancias o componentes empleados pueden variar muy poco, estableciendo claras diferencias entre unos y otros. Buscando una altísima eficiencia con el material restaurativo.

Los sistemas de adhesión que encontramos actualmente disponibles conllevan una interrelación esmalte-dentina que se fundamentan en la unión primordial conocida con el nombre de capa híbrida (dentro de la capa adhesiva) que se forma por la difusión de la resina en la dentina interpenetrando las fibras colágenas con la ayuda de la desmineralización en las estructuras de esmalte- dentina causadas por un acondicionamiento ácido, conformando así un entramado que genera la fuerza de adhesión.

Esta fuerza de adhesión nos da ciertos principios:

- Aumenta la adaptación a las paredes cavitarias,
- Disminuye la filtración marginal,
- Disminuye el riesgo de caries secundaria,
- Da resistencia a las fuerzas oclusales
- Tiene una resistencia adhesiva de 27 MPa. aproximadamente

La evolución de los sistemas adhesivos ha venido mejorando desde hace 50 años a la fecha, desde el formidable legado de Michael Buonocore desde

1955, quien propuso el tratamiento del esmalte con su técnica de grabado con ácido ortofosfórico al 85% durante 1 minuto, para promover la adhesión adamantina. La adhesión de la resina BIS-GMA al esmalte grabado permitió efectuar restauraciones estéticas sin necesidad de preparar una forma determinada para la retención mecánica. Uno de los objetivos evidentes era desarrollar un material adhesivo que se uniera a la dentina por lo menos con la misma fuerza con la que la resina se adhería al esmalte grabado.

Los primeros intentos por unir una resina acrílica al esmalte y a la dentina se iniciaron al comienzo de los años 50 con la introducción de un producto llamado Sevrison cavity Seal de la compañía Amalgamated Dental Company el cual era un producto basado ácido dimetacrilato glicerofosfórico.

Mclean y Kramer (1952) mostraron que dicho ácido aumentó la adhesión en la dentina a través de la penetración a la superficie dentinaria de la resina formando una capa intermedia que muchos años después fue llamada zona híbrida, en este momento se consideraba que existía una unión química, sin embargo los resultados no fueron buenos y las restauraciones fracasaron en un corto período.

En 1962 Rafael Bowen patentó su célebre resina BIS-GMA. Y Newman y Sharpe en 1966 modificaron la consistencia eliminando virtualmente su relleno cerámico disminuyendo su viscosidad por lo cual logro unirse al esmalte. *Así nació el primer adhesivo dental.*

Durante 1965 se comenzó a distribuir Cervident que actuaba a través de un acondicionamiento ácido a base de ácido cítrico, el procedimiento removía el barrillo dentario y abría los túbulos dentinarios, permitiendo el influjo de los materiales restauradores, sin embargo los resultados no fueron buenos y las restauraciones fracasaron en un corto período.

La capa que se forma como consecuencia de la preparación dentaria consiste principalmente en detritus y dentina desorganizada. Se atribuye a Boyde y col. la denominación de Smear layer.

Siguiendo esta idea, en 1980 Fusayama y sus colaboradores publicaron un estudio en el cual observaron que la utilización de ácido fosfórico al 40% durante 30 segundos simultáneamente en esmalte y dentina aumentaba significativamente la fuerza de adhesión, por tal razón son considerados los pioneros del acondicionamiento total. Los agentes adhesivos para esmalte y dentina han cambiado notablemente durante los últimos años. Junto con sus adhesivos de 2 ó más pasos hasta el acondicionamiento total, es decir de esmalte y dentina, con la finalidad de simplificar el trabajo al odontólogo donde han aparecido sistemas autoacondicionantes en los cuales el primer o imprimador, contiene monómeros ácidos que desempeñan la función de acondicionador dentinario. Actualmente existen 5 categorías de agentes adhesivos :4^a, 5^a, y 6^a generación (tipo 1), 6^a generación (tipo 2). Los agentes adhesivos más modernos (6^a y 7^a generación) no requieren la utilización de ácido fosfórico para grabar la estructura dental son menos sensibles a la técnica y tienen como resultado una menor sensibilidad dental. En general, los adhesivos de autograbado o self etching difieren de los adhesivos convencionales porque hacen uso de menos pasos en su aplicación y porque utilizan la capa de lodo o barro dentinario como substrato de unión.

El propósito de esta revisión bibliográfica es dar a conocer la evolución de los adhesivos dentales, así como su unión al sustrato biológico, los componentes generales de éstos y su clasificación desde su aparición hasta la actualidad siempre en la búsqueda de una mejor adhesión y simplificación de la técnica, lo que los ha llevado a ser denominados en “generaciones de adhesivos”.

OBJETIVOS

Objetivo General

Conocer la evolución de los sistemas adhesivos de diferente generación.

Objetivos Específicos

- Identificar las características de los sistemas de adhesivos.
- Conocer las estructuras del órgano dental y la interacción con los adhesivos dentales.
- Conocer los usos y aplicaciones de los sistemas adhesivos.

Capítulo 1 GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS

ADHESIVOS

1.1 Definición de adhesión y adhesivo

La adhesión puede ser definida como una atracción molecular (o atómica) entre dos superficies (substratos) en contacto, promovida por la fuerza de atracción interfacial de diferentes moléculas (o átomos). Este concepto es diferente al de cohesión, que es la atracción entre moléculas semejantes dentro de una sustancia. Los conceptos de adhesión y cohesión son también importantes para la distinción entre las fallas adhesivas y cohesivas. El fenómeno de adhesión puede ocurrir por mecanismos físicos, mecánicos (trabajo mecánico estructural) o químicos, o inclusive por la combinación de ellos. La adhesión al esmalte es casi enteramente física o mejor micromecánica, como también que prácticamente toda adhesión química implica asimismo algo de unión física. La adhesión en odontología, entonces, significa unir a un sustrato sólido (las estructuras dentales) el biomaterial a aplicar manifestándose la adhesión como tal en la interfaz del diente-restauración, es decir, entre sus superficies o caras en contacto en las cuales se pueden producir fuerzas que las mantengan fijadas en forma permanente.^{1,2}

Los medios y formas de adhesión son: Físicas y Químicas

Física. Es la que se logra exclusivamente por traba mecánica entre las partes a unir. Se la clasifican en:

a) Macromecánica. Es la que requieren las restauraciones no adherentes a los tejidos dentarios. Se logra mediante diseños cavitarios.

b) Micromecánica .Es la adhesión física propiamente dicha .Se produce

por dos mecanismos o efectos en los cuales están involucrados la superficie dentaria y los cambios dimensionales que al endurecer puedan tener los medios adherentes y /o el biomaterial restaurador. Estos mecanismos son los siguientes:

-Efecto geométrico. Se refiere a las irregularidades superficiales que puedan tener dos superficies sólidas en contacto. Al penetrar un adhesivo líquido o semilíquido y endurecer entre ellas las trabara. Se producen por el fresado o por el grabado ácido.

-Efecto reológico. Si sobre una superficie sólida endurece un semisólido o un semilíquido y este cambia dimensionalmente, es posible que por contracción o por expansión se ajuste de tal manera que termine adhiriéndose físicamente sobre él.

Química o Específica. Es la que se logra exclusivamente por la reacción química entre dos superficies en contacto y es la que la Odontología actual erróneamente acepta como adhesión real y única. Ella no es solo capaz de fijar permanentemente la restauración al diente, sino que también puede sellar los túbulos dentinarios e impedir, mientras esta se mantenga, la microfiltración y sus problemas derivados.

Los factores que favorecen la adhesión son:

a) Dependientes de la superficie: en contacto íntimo, limpias y secas, con alta energía superficial, potencialmente receptivos a uniones químicas, superficies lisas contra rugosas.

b) Dependiente del adhesivo: Con baja tensión superficial. Con alta humectancia, con bajo ángulo de contacto, con alta estabilidad dimensional con alta resistencia mecánica química adhesiva-cohesiva, biocompatibles.

c) Dependientes del biomaterial: de fácil manipulación, aplicación y mínima implementación, con técnicas adhesivas confiables, compatibles con los medios adhesivos a ocupar.

d) Dependientes del profesional y del personal auxiliar.

e) De los fabricantes. Con productos probados de alta durabilidad, instrucciones claras y precisas, con mínima implementación, de bajo costo, fácil almacenaje y prolongada vida útil.²

Agente adhesivo: es utilizado para unir dos materiales y este se solidifica durante la unión, el proceso es llamado de unión adhesiva. Por eso, los adhesivos son sustancias que promueven la adhesión entre dos sustratos (adherentes).¹

Los adhesivos dentinarios son materiales utilizados para adherir fisicoquímicamente restauraciones al esmalte y a la dentina se crearon para evitar el uso del grabado ácido en la dentina ,ya que existe la posibilidad de que irrite la pulpa, para minimizar la microfiltración y el consecuente manchado marginal y caries secundaria ,para dar resistencia a las estructuras dentarias, para reducir la remoción del tejido dental sano evitando la preparación de retenciones mecánicas para el material de obturación, y para disminuir la sensibilidad postoperatoria y la penetración de bacterias y agentes colorantes .³

1.2 Componentes básicos de los sistemas adhesivos

Objetivos fundamentales de los adhesivos:

-Mantener la restauración en su sitio, soportando las fuerzas de oclusión funcional que pueden desalojarla de su sitio.

-Impedir los fenómenos de microfiltración, sellando la interfase diente-restauración por donde puedan penetrar los fluidos.

-Sellar los túbulos dentinarios expuestos para, por una parte, mantener el equilibrio hídrico de la dentina y, por otra impedir la penetración de agentes biológico-químicos, que puedan ser causantes de una injuria pulpar.

Estos adhesivos se componen de tres partes básicas que pueden estar separadas o juntas en un mismo avío y que son: un agente grabador de esmalte o esmalte y dentina, un acondicionador de tejidos o primer y un adhesivo propiamente.

Ácido acondicionador de esmalte y/o dentina. Por lo general es el ácido fosfórico (entre el 15% al 37%) que en esmalte tiene como objetivo principal, producir una desmineralización selectiva de este, produciendo microrrugosidades o microporos, dentro de los cuales puede penetrar un adhesivo que al endurecer lo haga trabarse micromecánicamente. En dentina su objetivo principal es provocar el retiro del "smear layer" o capa deformada y desmineralizar la estructura colágeno intertubular. El ácido fosfórico se presentó originalmente líquido, transparente y fluido, en cambio hoy son geles tixotrópicos coloreados, en donde en algún momento se utilizó el ácido maleico por la 3M.

Primer. Se entiende como primer o imprimador, a las resinas monoméricas hidrófilas que se comportan como una molécula bifuncional (hidrófila e hidrófuga), por lo que a través de su actividad hidrófila se unen al colágeno de la dentina por traba micromecánica y por su extremo hidrófugo se incorporan al sistema resinoso de restauración mediante una reacción química. Se componen de una resina hidrófila, de bajo peso molecular, como el HEMA o el PENTA, disueltos en un solvente como la acetona, etanol o agua o sin solventes.²

Su utilidad es impregnar la red de fibras colágenas expuestas para formar la capa híbrida. ⁴

Básicamente este imprimador es un acrilato altamente fluido. Otras moléculas hidrofílicas que se usan con la misma finalidad de infiltrar la dentina son: BPDM, 4 META, PENTA, MDP, NTG-GMA, otros. El HEMA como otros monómeros hidrofílicos son tóxicos, por lo que estos materiales deben ser utilizados en dentina superficial y nunca cerca de la pulpa.

Aparte de monómeros y solventes, algunos imprimadores contienen elementos fotosensibles en su composición para ser activados con la unidad de foto-polimerización, como la canforoquinona, pero algunos fabricantes colocan: lucerina, fenil-propenedion, el acyl -phosphine oxide, etc. que son sensibles a otras longitudes de onda visibles. También se pueden incorporar rellenos en la composición como los óxidos metálicos para mejorar la transición estética restauración-diente.

Otros elementos que pueden formar parte en los sistemas autograbadores son los ácidos orgánicos débiles, los que podrían hacer un autograbado dentario y permitir lograr una adhesión por integración del smear layer.

Adhesivo o Resina Fluida. Es un plástico líquido, con o sin relleno cerámico, que tiene como objetivo el unirse por un lado al imprimador dentinario y por el otro al composite de restauración o al cemento resinoso.

La parte orgánica esta basada en la molécula de Bowen (Bis-GMA)y/o en un dimetacrilato de uretano. Ambas moléculas presentan buena fluidez ,fácil manejo , así como propiedades físico- mecánicas adecuadas para su función A nivel dentinal la función del adhesivo es unir el imprimador al compuesto resinoso , sea este un material restaurador o un cemento.

El adhesivo al ser un polímero se contrae condición contrarrestada por la agregación de rellenos minerales, se han incluido así cargas cerámicas para reducir la carga de monómero (contracción). Algunos de estos son: dióxido de silicio, vidrio de Bario, vidrio de Estroncio, trifluoruro de iterbio, etc.

Junto a los monómeros y la carga mineral, los adhesivos traen en su composición otros elementos como son: compuestos foto y o químicos sensibles, pigmentos, preservativos, estabilizadores. etc.

Compuesto fotoactivo (diquetora o canforoquinona) o sensible (a base de phenyl –propanedion o un oxido acyl-fosfino): que endurecen a ondas de luz visibles.

Compuestos quimiactivos: un sistema de oxido reducción a base de peróxido de benzoilo y una amina terciaria.⁵

Adhesivo químico, fotopolimerizable o dual. Este adhesivo debe relacionar químicamente la capa de resina-dentina con el sistema resinoso de obturación y tener un efecto amortiguador para compensar la contracción de polimerización de los sistemas resinosos e impedir que las capas de integración o de hibridación se desprendan o microfracturen.

El primer tiene como acciones básicas:

- Servir de agente de enlace, entre la dentina y el adhesivo.
- Modificar químicamente la fibra de colágeno dentinaria y el smear layer, para hacerlos mas receptivos a factibles uniones químicas con ellas.
- Limpiar, activar o auto-activar superficialmente a la dentina a través de la incorporación de ácidos débiles en bajas concentraciones.

- Disminuir el ángulo de contacto adhesivo/sustrato.
- Humedecer y penetrar los túbulos dentinarios y la dentina intertubular, como también ser capaz de modificar químicamente al smear layer.
- Facilitar la unión del adhesivo a la dentina.²

Los adhesivos dentales han ido evolucionando, (en cuanto a su composición química) actualmente, las sustancias químicas que lo conforman y/ o formaron parte, continúan usándose en los diferentes productos comerciales (fig.1).

Polielectrolitos	Vidrio ionomérico Policarboxilatos
No polielectrolitos	Unión a la parte inorgánica (hidroxiapatita)
	Fosfatos
	Fosfatos
	Eter de fenil fosfatos
	Bi-cloro fosfatos
	Quelatos
	NPG-GMA
	4-META
	PMDM
	NPG-GMA + NTG-GMA + oxalatos + PDM (mezcla de polímeros y mordientes) FeCl ₃ , FeOx ₃
Unión a la parte orgánica (colágeno)	
Cloruros ácidos,	
Anhídridos (4-META)	
Isocianatos	
Aldehídos (HEMA)	
Otros adhesivos	Tri-N-butil-borano Poliuretano.

Fig.1 Componente químicos de los sistemas adhesivos

Para la polimerización de las resinas de fotocurado se utilizan lámparas que emplean la luz como activador de la reacción de polimerización³

Hay dos condiciones apropiadas que se buscan para el desarrollo de un adhesivo: la necesidad de baja tensión superficial y suficiente fluidez en el líquido a partir del cual se busca generar adhesión a una determinada superficie. En materiales de uso odontológico (técnicas adhesivas) se incorporan sustancias que absorben una determinada longitud de onda al

realizar su polimerización (las ondas adecuadas en este caso se encuentran en el rango de 450 y 500 nm.).

Las sustancias nitrogenadas (aminas), compuestos cetonicos y alcanforados son incorporadas en adhesivos y materiales odontológicos para su fotocurado.

En la actualidad este proceso de polimerización puede llevarse a cabo con los siguientes tipos de tecnología:

- Lámparas halógenas
- Lámparas de arco de plasma
- Dispositivos laser
- Lámpara de diodo.⁶

Dispositivos Halógenos. Consiste en un filtro de 100 nm de banda que oscila entre los 400 y los 500 nm(fig.2,3).⁶ El espectro de luz emitido por las lámparas halógenas provoca la reacción del fotoiniciador (canforoquinona). El pico de absorción máxima de este componente es de 465nm.



Fig.2 Astralis 10 carbón Vivadent.



Fig.3 Optilux 5 N°2(Kerr).

LED (Light Emiting Diode)

Estos dispositivos generan luz a partir de efectos mecánico-cuánticos. Son una combinación de dos semiconductores diferentes del tipo (n-estimulado y p-estimulado). Los semiconductores n-estimulados tienen un exceso de electrones mientras que los p-estimulados requieren electrones, resultando en la formación de espacios libres de electrones. La banda de absorción de la canforoquinona oscila entre 360 y 520 nm. Su pico máximo es de 465nm. Dentro de este rango, la emisión óptima de la luz debería estar entre 450 y 490nm. En los dispositivos convencionales, la mayoría de fotones son emitidos fuera del espectro óptimo de absorción de la canforoquinona. En contraste el 95 % de los fotones emitidos por el haz azul de luz de las LED se encuentra entre 440 y 500 nm. La mayoría de los fotones emitidos por la LED interaccionan con la canforoquinona, explicando la mayor profundidad de fraguado y el aumento del factor de conversión con respecto a las lámparas de luz halógena, aún funcionando a intensidades de 100 mW/cm².

Cabe señalar que no son compatibles con las LED los materiales dentales que utilizan fotoiniciadores alternativos con un espectro de absorción fuera del rango 430-480 nm.⁷

Algunas de las marcas comerciales de las lámparas LED son: Elipar FreeLight, (3M Espe), Ultra-Lume LED5(Ultradent), E-Light, FlasHlite(Discus), LEDemetron I(sds/Kerr).⁶ (Fig.4).⁷



Fig.4 Elipar FreeLight 2 (LED curing light de 3M ESPE).

1.3 Funciones ideales en un adhesivo

- Promover inmediata y permanente adhesión a dentina.
- Posibilitar que la resistencia adhesiva de la dentina sea similar a la del esmalte.
- Interpenetrar las fibras de colágeno dentinario o los espacios vacíos dejados por estas.
- Reaccionar químicamente para formar sales estables por reacción ácido-base.
- Obliterar los túbulos dentinarios y mantener el medio interno.
- Inhibir u obliterar la desmineralización dentinaria y conservar su desmineralización.
- Ser biocompatibles con el sistema isopulpar.
- Ser compatible con otros sistemas resinosos.
- Reducir la hipersensibilidad posoperatoria.
- Aumentar la adaptación a las paredes cavitarias, disminuir la filtración marginal y el riesgo de caries secundaria.
- Ser resistente a las fuerzas oclusales, obteniendo una resistencia adhesiva de 27 Mpa. que es aproximadamente la resistencia del colágeno dentinario.
- Presentar una técnica de fácil aplicación.

Sin embargo, no todos los adhesivos dentinarios funcionan correctamente, si los valores producidos por la fuerza de contracción de polimerización desarrollada por los sistemas resinosos compuestos sobrepasa las posibilidades de resistencia adhesiva de algunos adhesivos disponibles en el



mercado, siendo ésta generalmente la causa de la gran mayoría de los fracasos clínicos que se traducen en sensibilidad y dolor postoperatoria.²

Capítulo 2 ESTRUCTURA DENTARIA-MECANISMOS DE ADHESIÓN A ESMALTE Y DENTINA

2.1 Esmalte

El esmalte del humano es el único tejido hipermineralizado derivado del ectodermo que recubre y protege los tejidos conectivos subyacentes integrados en el isosistema dentino-pulpar.

Se puede definir también como un tejido microcristalino, microporoso y anisotrópico, acelular, avascular, aneuronal, de alta mineralización y de extrema dureza, que presenta como característica fundamental su única forma de reaccionar ante cualquier cosa física química o biológica, que es con pérdida de sustancia, cuya magnitud esta en relación directa con la intensidad del agente causal.

Estas propiedades determinan que el esmalte no posea poder regenerativo, siendo este afectado por la desmineralización ácida (caries, erosiones y acondicionamiento ácido) por el estrés oclusal, por la acción de pastas y sustancias abrasivas y por traumatismos, pudiendo producirse en él fenómenos de remineralización, pero nunca de reconstitución como sucede en otros tejidos ectodérmicos del organismo.⁶

Las células que se encargan de formar el esmalte, los ameloblastos, involucionan y desaparecen durante el proceso de erupción por medio de apoptosis (muerte celular programada) por lo que después de la erupción no hay crecimiento ni aposición del esmalte.

Posee un porcentaje muy elevado de matriz inorgánica, 96% constituida por cristales de Hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) formados por fosfatos y carbonatos de calcio, también presenta oligoelementos tales como potasio,

magnesio, hierro, flúor, manganeso, cobre entre otros. Presenta un muy bajo porcentaje de matriz orgánica 0.36-2 % formada por proteínas, tales como amelogeninas que se denominan proteínas del esmalte inmaduro, enamelinas que resultan de la degradación de las amelogeninas, ameloblastinas o amelinas, tuftelina paraalvumina ; y polisacáridos, este no presenta colágeno en su composición química. Del 3-5% está constituido por agua, se localiza en la periferia del cristal formando la capa de hidratación o capa de agua absorbida.

Por su parte externa se encuentra en relación directa con la cavidad oral y por su parte interna con la dentina .A nivel del borde incisal o cuspídeo el espesor del esmalte es mínimo .Su espesor disminuye en la porción cervical Su espesor máximo (2-3 mm) se encuentra en la cúspides y bordes incisales que son zonas de gran impacto masticatorio.⁸

Es frecuente encontrar en el esmalte, cracks o microfisuras que según Brown WS y col. Son producidas por la diferente conductibilidad térmica entre el esmalte y la dentina, dado su distinto coeficiente de variación térmica lineal siendo el esmalte el doble de la dentina

Cuando estos micromovimientos exceden a la deformación elástica adamantina se generan soluciones de continuidad, dando origen a microfracturas del esmalte y problemas: hipersensibilidad, abfracciones, e incluso caries.²

La unidad estructural básica del esmalte son los prismas que están compuestos por cristales de hidroxiapatita los cuales tienen distinta orientación en el seno del prisma que generalmente presenta forma hexagonal ,y se encuentra a su vez por unidades básicas de asociación iónica llamadas células unitarias que presentan una configuración química y cristalográfica también de forma hexagonal que en sus vértices contiene

calcio y en su centro un grupo OH y entre los iones calcio se localizan iones fosfato.

El espesor promedio de los prismas de esmalte es de 4 μm , su longitud es mayor que el espesor del esmalte debido a que tiene un trayecto sinuoso desde la conexión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte. El diámetro de los prismas varía de 4-10 μm , es menor en el punto de origen y va aumentando a medida que se dirigen a la superficie libre. El número de prismas varía de 5-12 millones dependiendo del tamaño de la corona.

En un corte longitudinal se observan como bandas irregularmente paralelas.⁸

Esta estructura aportará un sustrato adamantino adhesivo diferente según la sección o dirección de las paredes cavitarias y la necesidad o no de efectuar un bisel de unión o de protección para lograr mecanismos de adhesión.⁶

El escaso material inorgánico se encuentra en la periferia del prisma y se denomina vaina de los prismas la cual es una zona muy delgada de 50-100nm. presenta un disminuído número de cristales por lo tanto se encuentran muy separados y por consecuencia la vaina tiene una mayor elasticidad que el prisma.

También existe el denominado esmalte aprismático en el cual no hay presencia de prismas. Se localiza en la superficie externa del esmalte prismático con un espesor de 30 μm , este está presente en los dientes deciduos y en los dientes permanentes en las regiones cervical y en zonas de fosas y fisuras, en este tipo de esmalte los cristales de hidroxiapatita se encuentran paralelos entre sí y perpendiculares a la zona externa. Este tipo de esmalte representa un problema en el grabado ácido ya que al no presentar prismas no se crean las retenciones esperadas.⁸

La estructura y las propiedades físicas del esmalte son factores que deben conocerse y respetarse al efectuar cualquier tratamiento restaurador que se realice sobre él, mediante acciones adecuadas, destinadas a preservar su integridad y optimizar cualquier tipo de adhesión que de alguna forma los debe unir y, por supuesto, fijar o adherir.²

2.2 Dentina

La dentina esta compuesta por una matriz o red entrecruzada de fibras colagenosas glicosaminoglicanos, proteoglicanos y factores de crecimiento en una proporción en peso de 18% por cristales de hidroxapatita en un 70% y agua en un 12% (fig.5).

La dentina, contrariamente, al esmalte es un tejido conectivo mineralizado de origen mesodérmico, que contiene a los procesos celulares de los odontoblastos, con elevado contenido de materia orgánica y agua, con una dureza semejante al tejido óseo, encargado de transmitir los estímulos térmicos, químicos y táctiles, transfiriéndolos por distintos mecanismos a los receptores del plexo nervioso subodontoblástico otorgándole a la pulpa dentaria una información rápida y efectiva.⁶

Micromorfológicamente ésta posee diversos túbulos que mantiene la comunicación con el tejido pulpar, siendo rellenados parcialmente por los procesos odontoblasticos. Debido a la presión pulpar, estimada en aprox.10 mm. Hg. Estos túbulos están en constantemente llenos de fluido originados en la pulpa, generando de esta manera, un flujo lento pero continuo. De esta forma la humedad es un factor constante en la dentina. Los túbulos de la dentina son cónico-alargado y se disponen de forma radial divergente de la pulpa para el esmalte. El número y diámetro de los túbulos varía según la proximidad con la pulpa, su localización en el diente y la edad del paciente.

La dentina superficial presenta un número de 20.000 túbulos/mm² de diámetro con aprox. 0,9 μm. de diámetro; la dentina media 29.000 túbulos /mm² con cerca de 1,2 μm. de diámetro, y la dentina profunda 45.000 túbulos /mm² con 2,5 μm. de diámetro. Cuanto más cerca estén de la pulpa, mayor será la permeabilidad de la dentina y su humedad intrínseca. Circunscribiendo cada túbulo está la dentina peritubular, que es extremadamente mineral. Localizada entre los túbulos se encuentra la dentina intertubular. Ésta está esencialmente constituida por fibras colágenas envueltas por cristales de apatita.⁴

La materia orgánica está compuesta principalmente por colágeno tipo 1 en un 90% este es sintetizado por los odontoblastos y en la predentina forma las fibras. Se han encontrado también pequeñas proporciones de otros tipos de colágeno: III en la dentina peritubular, IV en momentos iniciales de la odontogénesis cuando existe una membrana basal que separa la dentina no mineralizada de los ameloblastos secretores, V y VI en distintas regiones de la predentina. Además del colágeno se han encontrado proteínas semejantes a las existentes en el hueso.

Los cristales de hidroxiapatita de la matriz inorgánica que conforman la dentina son más pequeños y delgados que los del esmalte tienen mayor similitud que los encontrados en el tejido óseo. Sus dimensiones son de 36 nm de longitud, 25 nm de anchura y 10 nm de altura. Su orientación es paralela a las fibras de colágeno y se disponen entre las fibras y dentro de las mismas. Además de la hidroxiapatita existe una cantidad de fosfatos amorfos, carbonatos, sulfatos y oligoelementos, tales como flúor, cobre, hierro, zinc, magnesio entre otros. Y calcio como reservorio para la formación de cristales de hidroxiapatita.

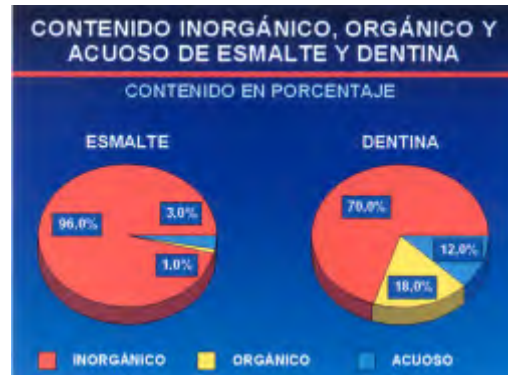


Fig.5 Composición estructural de la dentina.

Así podríamos decir que la dentina está constituida por unidades estructurales básicas y secundarias. Las unidades básicas serían el túbulo dentinario y la matriz intertubular. Los túbulos dentinarios o tubulillos son estructuras cilíndricas delgadas que se extiende por todo el espesor de la dentina desde la pulpa hasta la unión cemento dentinaria o amelodentinaria. La pared del túbulo está formada por dentina peritubular o tubular. Este anillo o pared denominado dentina peritubular, tubular o matriz peritubular ($<1\mu\text{m}$) es muy mineralizado. La dentina peritubular aparece como un halo claro, en contraste con el resto de la matriz (dentina intertubular). Los túbulos alojan en su interior la prolongación odontoblástica principal o proceso odontoblástico. Estos presentan ramificaciones colaterales o túbulos secundarios. La formación de la dentina peritubular se produce cuando se termina de completar la mineralización de la dentina intertubular. Se deposita de forma centrípeta en relación con el túbulo dentinario, de manera lenta y gradual puede llegar a obliterar parcial o totalmente los túbulos dentinarios (dentina esclerótica). En un diente joven el espesor es de $400\mu\text{m}$. en la proximidad pulpar mientras que en la vecindad de la CAD es de $750\mu\text{m}$.

El área de la dentina intertubular también varía según la profundidad de la dentina que es, aproximadamente, un 12% en la predentina y un 96% a nivel

de la CAD. Estas características determinan el nivel el índice de permeabilidad dentinaria, que es mayor cerca de la cámara pulpar y de los cuernos pulpares. La dentina peritubular se caracteriza porque posee colágeno en escasa proporción, generalmente del tipo III.

En cuanto a la matriz o dentina Intertubular. Esta matriz se distribuye entre las paredes de los túbulos dentinarios y su componente fundamental son las fibras de colágeno que constituyen un malla fibrilar, entre la cual y sobre la cual se depositan los cristales de hidroxiapatita semejantes a los existentes en la dentina peritubular. Aquí pueden detectarse todos los componentes orgánicos que forman la materia orgánica de la dentina.⁸

2.3 Adhesión a esmalte – dentina

La adhesión a esmalte y dentina es un mecanismo básico para la unión de los adhesivos al sustrato dentario y conlleva diversos pasos como:

Tratamiento adhesivo del sustrato adamantino. La adhesión a esmalte requiere de una superficie: 1) biselada o coincidente con la dirección de las varillas adamantinas. 2) Activa y de alta energía superficial. 3) Humectable o imprimible y compatible.

1) Superficie biselada: Se deben considerar la dirección de las varillas adamantinas y el espesor de paredes de la preparación cavitaria para obtener microrretención en los elementos dentarios, como paso previo de los sistemas adhesivos.⁶

2) Activación del sustrato adamantino y superficie de alta energía. En el año de 1955, Buonocore, comunica que las soluciones de ácido fosfórico al 85% aplicadas al esmalte aumentaban considerablemente la retención de las resinas acrílicas al tejido adamantino. Asimismo, comentaba que independientemente de los mecanismos de que se trate sabemos que

podemos aumentar la adhesión al esmalte mediante el tratamiento con ácidos. La acción fundamental de un ácido débil o fuerte, aplicada sobre una base, como el esmalte consiste en:

- a) Limpiar y activar la superficie del tejido
- b) Desmineralizar y disolver la matriz inorgánica de las varillas adamantinas

Estas características posibilitan la humectación del tejido y su interpenetración por un monómero resinoso hidrófilo y /o hidrófugo que quedara retenido en el interior de los microporos creados por unión micromecánica a través de un efecto reológico ,que se consigue cuando un material cambia de estado dimensional al endurecer químicamente .

Las resinas adhesivas que se introducen en estado líquido en el esmalte acondicionado, al polimerizar y transformarse en sólidos, generan una adhesión micromecánica.

Para lograr adhesión a esmalte es imprescindible que la superficie del sustrato adamantino:

- a) Este limpio de impurezas
- b) Presente elevada energía superficial
- c) Posea alto poder de humectación entre adhesivo y sustrato, por lo que el adhesivo, con el cual se va a unir debe tener baja tensión superficial y compatibilidad fisicoquímica.

La limpieza del la superficie, llámese esmalte, se puede lograr mediante cepillado con agentes abrasivos y/o mediante el grabado o acondicionamiento adamantino. El primero limpia y el segundo graba solo esmalte no limpiándolo de materias orgánicas. Las microporosidades o

microarrugas se pueden obtener con distintos tipos de agentes químicos como: quelantes, enzimas y fundamentalmente con ácidos débiles o fuertes en elevada concentración.

Los mejores resultados se han obtenido mediante el tratamiento con ácidos, y los más utilizados son las soluciones de ácido fosfórico en concentraciones que varían entre el 15% y el 37%. La producción de microporos por acondicionamiento ácido depende de: el ácido a utilizar, su concentración y el tiempo que se lo deje actuar como también el tipo de esmalte (inmaduro, maduro, aprismático, prismático, fluorado-fluorotico o no) por lo que el profesional debe conocer que el detrimento de sustancia adamantina varía de 25 a 30 μm , de acuerdo a las variables descritas y es irre recuperable.²

3) Humectación –imprimación- y compatibilidad. El esmalte acondicionado permite la humectación por imprimación dentro de los microporos de un monómero resinoso, que una vez polimerizado conformara los microtags de retención micromecánica con la obtención de un híbrido resina-esmalte llamado *hibridación adamantina*.

La imprimación y la compatibilidad físico-química se logran cuando el adhesivo es de baja tensión superficial, característica molecular de los líquidos y el sustrato tiene alta energía superficial como en los sólidos.

El cambio registrado a nivel de la formulación de los adhesivos a esmalte y dentina basados en monómeros hidrófilo-hidrófugos y sistemas de autoacondicionamiento, hacen que la adhesión a este tejido sea más adecuada y con posibilidades de unión a zonas como la capa avarillar o aprismática.

Tratamiento adhesivo a Dentina. El primer intento para lograr un agente adhesivo corresponde a Hagger 1951, trabajando para Amalgamated Dental Co, en Inglaterra y en Suiza que desarrollo el GPDM o ácido glicerofosfórico dimetacrilato, con la idea del acondicionamiento ácido de los tejidos dentales Kramer y Mclean en 1952, mostraron que el GPDM aumentaba la adhesión a la dentina por penetración superficial y formación de una capa intermedia ahora llamada *capa híbrida*.

La adhesión a dentina requiere de: A) superficie activa y de alta energía superficial; B) Superficie humectable e imprimable por el adhesivo C) interfaz sellada u obliterada permanentemente y D) Compatibilidad físico –química y biológica.

A) Superficie activa y de alta energía superficial. Las superficies pueden ser acondicionadas para crear una superficie de alta energía, por mecanismos semejantes a los aplicados al esmalte mediante ácidos en alta concentración, pero dada las características estructurales del tejido y su dinamismo biológico dichas áreas podrían activarse con el empleo de ácidos débiles en baja concentración y monómeros acídicos.⁶

Siempre que se manipule esmalte y/o la dentina, se crea sobre la superficie una camada de restos de corte, denominada smear layer o barro de la dentina.⁴

B) Superficie imprimable y humectable por el adhesivo. Para obtener estos objetivos es necesario efectuar la activación superficial del sustrato dentinario y la obtención de una superficie de alta energía a través del acondicionamiento total o simultáneo de esmalte y dentina o por la aplicación de adhesivos autoacondicionadores. Es preciso valerse de un agente adhesivo actual, el cual funciona a través de un primer o imprimador y un adhesivo aplicados juntos o por separado.

-Primer y adhesivos. Como ya vimos son promotores de la adhesión por estar constituidos por monómeros hidrófilos-hidrófugos que se comportan como una molécula bifuncional por lo que a través de actividad hidrófila se unen al colágeno de la dentina por traba micromecánica y por su extremo hidrófugo se incorporan al sistema resinoso de restauración mediante una reacción química.

El primer tiene como efectos fundamentales activar o autoactivar superficialmente a la dentina a través de ácidos débiles en baja concentración y de monómeros acídicos e imprimir la dentina intertubular.

Un adhesivo autoacondicionador tiene la función de disolver el smear layer, activar y autoacondicionar la dentina imprimando las fibras de colágeno dentinario y formar sales por reacción ácido-base.

Actualmente existen sistemas adhesivos que promocionan el acondicionamiento total o simultáneo de esmalte y dentina con eliminación de smear layer y que a su vez contienen primers con uno o más ácidos débiles en bajas concentración y monómeros acídicos, no declarados.

Contrariamente, otros fabricantes impulsan la adhesión a dentina mediante adhesivos autoacondicionadores con ácidos en baja concentración y monómeros acídicos, donde se informa específicamente del accionar del sistema adhesivo.

El adhesivo debe interrelacionar químicamente la capa dentina resina con el sistema resinoso de obturación y poseer efecto amortiguador o de fusible para compensar la contracción de polimerización de los sistemas resinosos, impidiendo que la unión a dentina se microfracture o se desprenda. La determinación y el conocimiento del espesor de capa de los adhesivos dentinarios ha sido de fundamental importancia.

C) interfaz sellada u obliterada permanentemente: La función fundamental de un agente adhesivo dentinario es unirse a la dentina, obliterando los túbulos dentinarios, efectuando el sellado del medio interno, evitando la filtración y la percolación marginal, la reinserción de caries y la sensibilidad postoperatoria. Si el sellado de la interfaz y la adaptación a las paredes cavitarias presenta hiatos o gaps por fracturas cohesivas o adhesivas, la adhesión se pierde y los valores de resistencia tensional y adhesiva serán mínimos. El sellado de la interfaz no depende únicamente del sustrato y del sistema adhesivo sino que puede también ser influenciado negativamente por:

-Factor de configuración cavitaria. Una restauración ideal debería mostrar una adaptación interfásica con el sustrato sin interrupciones o cracks. Sin embargo durante la ejecución de una restauración adhesiva se desarrollan grandes fuerzas, por la contracción de polimerización, creando un nivel de estrés importante en la estructura y la obturación.

Contracción de polimerización de los sistemas resinosos. La contracción de polimerización de los sistemas resinosos es dentro de los factores negativos uno de los más importantes

-Técnica de aplicación y espesor de la capa de la resina de obturación. El sellado y la adaptación interfásica dependen de la técnica de aplicación y del espesor de capa del sistema resinoso.

-Cantidad, tamaño y distribución de las partículas de la fase inorgánica de los sistemas resinosos. Estas características de las partículas inorgánicas de los sistemas resinosos son factores que inciden en la contracción de polimerización.

-Rango de emisión de la luz de fotopolimerización. La contracción de fotopolimerización puede ser reducida disminuyendo el rango de emisión lumínica de la fuente de polimerización a menos de $180\text{mW}/\text{cm}^2$.

D) Compatibilidad físico-química y biológica. La mayoría de los prospectos comerciales de los adhesivos dentinarios indican que es necesario desmineralizar dentina con ácidos en alta concentración, para lograr adhesión a través de la capa de hibridación y los resin tags.

Sin embargo ningún prospecto comercial de los agentes adhesivos dentinarios recomiendan la utilización de los ácidos acondicionadores en alta concentración o sobre dentina profunda o la pulpa misma sino que exalta el valor de la protección pulpar con hidróxido de calcio o ionómero de vidrio.⁶

2.3.1 Grabado Ácido

El acondicionamiento ácido abre los túbulos dentinarios y permite que la resina pueda ingresar en ellos, permitiendo la formación de resin tags, mecanismo de acción de este procedimiento. El grabado ácido se constituye en un mecanismo que proporciona una vía directa de entrada para las sustancias adhesivas hacia el complejo dentino / pulpar ya que aumenta la permeabilidad de la dentina.

Unión química a los componentes orgánicos de la dentina. La porción orgánica de la dentina esta compuesta principalmente de colágeno con aminoácidos terminales que pueden unirse a diferentes compuestos. El agente adhesivo que presenta mayor efectividad para unirse con las fibras colágenas es una mezcla entre Hidroxietil-Metacrilato (HEMA) y glutaraldehído. No se entiende con claridad el mecanismo de acción de estos dos compuestos en el proceso de adhesión dentinal, pero se cree que son sumamente importantes dentro de este mecanismo.

Unión química a los componentes inorgánicos de la dentina. El mecanismo de adhesión probablemente involucra interacciones iónicas entre componentes orgánicos (agentes adhesivos) con iones calcio o el fosfato que se encuentran en la superficie dentinal.

Precipitación de la superficie. Al utilizar las distintas técnicas adhesivas se pueden evidenciar capas inorgánicas precipitadas de esmalte y dentina. Se cree que estos precipitados facilitan la unión química y mecánica de diferentes resinas a la estructura dental. Sin embargo, nuevas investigaciones indican que durante el acondicionamiento ácido se forman micro retenciones en la superficie dentinal, que son de mayor importancia clínica que la precipitación de ésta superficie.⁹

Acondicionamiento del esmalte .El tratamiento que se realiza a nivel del esmalte dentario para lograr adhesión busca fundamentalmente una unión micromecánica de la resina a este tejido. Para esto el esmalte debe ser tratado siguiendo un protocolo. En la década de los años 50 el profesor Buonocore (1955) propuso la utilización del ácido fosfórico al 85% para: “lograr una mejor unión de la resina al esmalte”.

Este tratamiento adamantino fue evolucionando en términos de la concentración del ácido a ser utilizado, y del tiempo que este debería dejarse actuar .En los 70 y 80 parecen demostrar que el ácido fosfórico debe utilizarse en una concentración entre 30 y 40% y dejarlo actuar unos 10 a 30 segundos.⁵

De acuerdo con Silverstone una solución de ácido fosfórico al 30%, aplicada sobre el esmalte por 30 segundos produce una pérdida superficial de 10 micrones y penetra a una profundidad de 20 micrones (fig.6).¹⁰

	Concentración de ácido fosfórico					
	20%	30%	40%	50%	60%	70%
Profundidad de grabado en (micrones)	14	10	9	7	2	2
Profundidad de cambio Histológico(micrones)	20	20	15	12	4	2
Profundidad total de esmalte afectado(micrones)	34	30	24	19	6	4

Fig. 6 Profundidad del efecto ácido en esmalte grabado por 60 "con ácido fosfórico varias concentraciones.

A finales de los 90 fueron sugeridos otros ácidos en la preparación el esmalte como: el ácido nítrico (2.5%), cítrico (10%), maleico (10%), pirúvico, láctico, EDTA (10%), e inclusive el ácido fosfórico en bajas concentraciones como el 10%.

Los ácidos más débiles y menos concentrados producen grabados menos superficiales, mientras que los de mayor concentración (el orto-fosfórico al 40%) producen patrones de grabado más profundos.⁵

La activación de la superficie del sustrato se puede lograr eficientemente a través del acondicionamiento adamantino con ácido fosfórico al 15,32,35,37 y 40 % que aplicado sobre la superficie del esmalte desmineraliza y disuelve la matriz inorgánica de hidroxiapatita de las varillas adamantinas dando lugar a la formación de microporos y microsurcos(fig.7). De la misma forma actúan sobre el tejido adamantino tallado con distintos tipos de instrumentos rotatorios como fresas y/o piedras donde el esmalte se encuentra recubierto por una capa de tejido distorsionado o smear layer adamantino, constituido por restos inorgánicos de la estructura, varillas, cristales de hidroxiapatita y biofilm.

Cuando el ácido desmineraliza los cristales de hidroxiapatita de la cabeza o el cuerpo de la varilla adamantina se obtiene el patrón de acondicionamiento tipo I; cuando el ácido actúa sobre los cristales de hidroxiapatita del cuello o del extremo caudal se produce un patrón de acondicionamiento de tipo II.

Los patrones tipo I y II (fig.8, 9) generan en el tejido adamantino microporos y microsurcos capilares que miden entre 10 a 25 μm de profundidad con una amplitud de 1.5 a 3.5 μm , sin embargo actualmente con el advenimiento de los primers y adhesivos autoacondicionadores con monómeros hidrófilos e hidrófugos se minimiza la problemática generada por el acondicionamiento de tipo III ya que no necesitan de la retención micromecánica en profundidad.



Fig.7 Cristal de fosfato de calcio formado por la reacción ácido base entre el ácido fosfórico la hidroxiapatita.

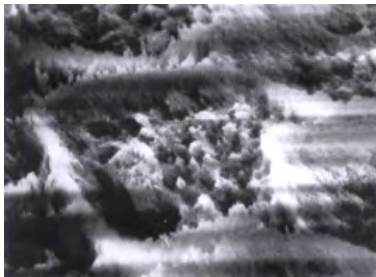


Fig.8 Acondicionamiento tipo I con marcada desmineralización de cuerpo de la varilla MEBx7.500 .

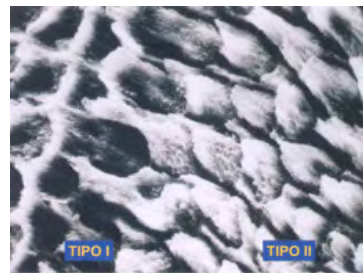


Fig.9 Patrones de acondicionamiento tipo I,II (ac.fosforico 37%) en la misma cara labial de un incisivo superior MEB.x 2.500 .

Cuando el tiempo de acondicionamiento pasa los 15 segundos se produce un patrón de acondicionamiento tipo III caracterizado por una mayor pérdida de tejido superficial producida porque el ácido continúa eliminando sustancia de superficie, disminuyendo la profundidad y aumentando la amplitud de los microporos. Este tipo de acondicionamiento no tendría suficiente capacidad para retener micromecánicamente en forma efectiva a los sistemas adhesivos basados en monómeros hidrófugos, por lo que el aumento de tiempo de acondicionamiento es uno de los efectos más negativos. La tendencia actual es usar un gel tixotrópico o semigel de ácido fosfórico en alta concentración. La alta tensión superficial del agente acondicionador al presentar mínimos fenómenos de capilaridad, permite posicionar el ácido solamente en las áreas que así lo requieran.

Cuando el esmalte fue acondicionado con ácido fosfórico a alta concentración y posteriormente se aplican los adhesivos autoacondicionadores (AA), self-etch adhesives (SEA), primers de función múltiple (PFM), selfetching primers (SEP), que contienen ácidos débiles en baja concentración y monómeros ácidos, que impriman los microporos y su vez desmineralizan el esmalte al originar sales por reacción ácido-base que quedan incorporadas al tejido (los adhesivos autoacondicionadores no se lavan) el tiempo de acondicionamiento debe ser disminuido.⁶

Acondicionadores ácidos. Muchos agentes de acondicionamiento se han utilizado para pretratamiento de la superficie del esmalte y la dentina incluyendo ácidos como: el fosfórico, maleico, nítrico, cítrico y etilendiaminotetraacético (EDTA). Estos ácidos se utilizan para eliminar el smear layer y desmineralizar al esmalte y la dentina subyacente.¹¹

Ácido Fosfórico: En la industria anteriormente el ácido fosfórico era utilizado para tratar superficies metálicas para obtener una mejor adherencia de los

revestimientos de pintura y resina. En el que se observaba un aumento en la adhesión que se creía era debido principalmente a la eliminación de contaminantes en la superficie.

Su uso odontología es como grabador de estructura dental creando retenciones. Esta aplicación fue introducida por Buonocore en 1955 que comparo este mismo mecanismo en la superficie del esmalte dental aplicándolo, al 85% por 60 segundos en el esmalte para aumentar la retención de las resinas acrílicas a la superficie dental.¹²

Lo ideal es utilizar ácido fosfórico en una concentración entre 30 y 37%, durante 15 segundos como mínimo. En el esmalte nunca deben utilizarse ácidos débiles o sea en concentraciones menores a 27 % pues acarrearía la formación de un precipitado poco soluble de fosfato de calcio dihidratado de difícil remoción, pudiendo perjudicar al mecanismo de unión. La adhesión al esmalte tratado con ácido fosfórico al 32% es el doble en comparación con el ácido fosfórico al 10% ó ácido maleico al 10%.⁶

Acondicionamiento de dentina. La eficacia de la unión a la dentina depende principalmente de la retención micromecánica promovido por la infiltración de la resina en la dentina parcialmente desmineralizada con una capa híbrida y la consiguiente formación de tags. Para cumplir con estos requisitos, hay dos estrategias: la de grabado y enjuague (grabado total) y de auto-grabado.¹³

El acondicionamiento ácido (grabado total) tiene por finalidad retirar totalmente la capa de barrillo dentinario producida durante la preparación cavitaria y disolver parcialmente la hidroxiapatita, componente mineral de la dentina. En la dentina intertubular, dicha solución expone una trama de fibras colágenas. En los túbulos dentinarios, cuyas paredes están formadas por una dentina mas mineralizada, la disolución de hidroxiapatita promueve la

apertura de los túbulos, los cuales quedan con una forma de embudo o cono.¹⁴

El tiempo de acondicionamiento ácido de la dentina varía en función del ácido empleado. Para geles de ácido fosfórico de entre 30 y 37%, se utiliza 15 segundos, y así se consiguen porosidades de 0.05 a 1.0 micrómetro de diámetro en la dentina intertubular y de 1 a 3 micrómetros en la dentina peritubular. -Estas porosidades son más pequeñas de las que se crean en el esmalte, que son de 5 a 7 micrómetros.⁶

La profundidad de la descalcificación, (fig10)⁴ depende mucho del tipo, concentración y el tiempo de aplicación del agente acondicionador. Una mayor concentración de ácido, o una exposición por más tiempo del ácido sobre la superficie de la dentina, no se traduce en mayor infiltración o mejor adhesión. Existen dos formas distintas en las que se puede definir la descalcificación que producen los acondicionadores del sustrato dentinario:

Modo I: ocurre cuando la descalcificación de la dentina peritubular se limita a la apertura del túbulo, causando un ligero ensanchamiento de su dimensión original.

Modo II: se presenta cuando la dentina peritubular y la dentina intertubular, son desmineralizadas desde adentro de la apertura de los túbulos dentinarios.¹⁵

NOMBRE	COMPOSICIÓN	Penetración(μm)	Tiempo
Menos que 2,0 μm			
Clearfil CA Agent	Ácido cítrico 10%, clorato de calcio 20%	0,5	15
Gluma 2000 Sol. I	Ác. oxálico 1,6%, nitrato de Al 2,6%, glicina	0,7	15
Mirage ABC	Ácido nítrico a 2,5%	0,7	15
Amalgambond U.D.A.	Ácido cítrico a 10%, clorato férrico a 3%	1,3	10
Ultra-Etch	Ácido fosfórico a 10%	1,7	15
Entre 2,0 μm e 3,0 μm			
Ultra-Etch	Ácido fosfórico a 35 %	1,9	15
SBMP etchant	Ácido maléico a 10%	2,1	15
Ultra Etch	Ácido fosfórico a 10%	2,2	60
Mirage ABC	Ácido nítrico a 2,5%	2,2	60
All-Etch	Ácido fosfórico a 10%	3,0	15
Scotchbond etching gel	Ácido fosfórico a 35 %	3,0	15
Superior a 3,0 μm			
Uni-Etch	Ácido fosfórico a 32% com BAC	4,0	15
DeTrey Etch	Ácido fosfórico a 36%	4,3	15
Kerr Gel Etchant	Ácido fosfórico a 37,5%	5,8	15

Fig.10 Profundidad de la desmineralización dentinaria con diversas marcas de agentes acondicionadores.

Generalmente la profundidad de desmineralización de la dentina intertubular es del orden de 4 a 5 micrómetros, y la penetración del adhesivo de 3 micrómetros. Como consecuencia de ello, subyacente a la capa híbrida, queda una capa de colágeno sin haber sido impregnada por esos monómeros o sea, desprotegida.⁶

En los adhesivos actuales encontramos en la mayoría de ellos el uso de ácidos para preparar la dentina y lograr una mejor adhesión. De los ácidos para tratar la dentina actualmente que aparecen podemos ver: a el nítrico (2.5%), el cítrico (10%), el fosfórico (10%,35%,37%,40%) entre otros. En algunos momentos también se ha utilizado el ácido oxálico, el pirúvico, el láctico, bórico, tánico, poliacrílico así como el maleico (10%). Algunos investigadores sugieren al EDTA (17%).⁵

Autoacondicionamiento. Otra forma de adhesión ha sido establecida por el uso directo de monómeros ácidos polimerizables sobre la superficie de la

dentina, denominados "autoacondicionantes". Los procedimientos de aplicación son técnicamente más simples, pues no abarca etapas de lavado del ácido y retirada del exceso del agua (la parte sensible del grabado con ácido fosfórico). En relación a la aplicación clínica se puede decir que el primer ácido de este grupo trabaja con la dentina seca y no con ella húmeda como en el grabado total. Es necesario remover el solvente en este caso el agua con un chorro de aire por 30 segundos.¹⁶

Los acondicionadores de autograbado incorporan parcialmente la capa de barrillo proporcionando desmineralización simultánea e infiltración durante la aplicación del primer ácido (fig.11).⁴

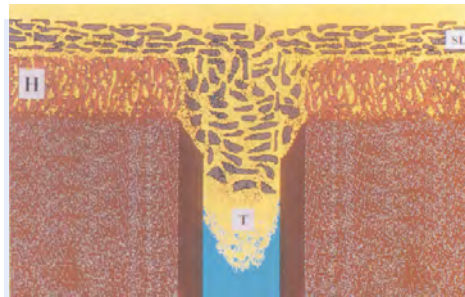


Fig.11 Impregnación de la dentina por los primers autoacondicionantes. La smear layers (SL) es disuelta, impregnada y sobrepasada por los monómeros que alcanzan la dentina subyacente y forman una fina capa híbrida (CH). Los residuos de los smear plugs son incorporados en los cortos tags formados de la resina.

Por lo tanto, el potencial de desmineralización de estos materiales es una característica importante y depende del tipo de monómero de ácido, el pKa, la concentración aplicada, la duración de la aplicación, la osmolaridad, la humectación, la viscosidad, la concentración de agua y su pH.⁵ De acuerdo a este último que se puede clasificar como leve, intermedio y fuerte. (Fig.12).⁶ Un factor que podría interferir con el potencial de desmineralización de un adhesivo de auto-grabado es el tipo de smear layer. Algunos estudios

informaron de la baja fuerza de adhesión resina-dentina en capas más gruesas de dentina. Esto puede explicarse en parte por las diferencias en: el espesor de la capa (entre 0,9 a 2,6 μm), la rugosidad de superficie, densidad y grado de vinculación de el smear layer a la estructura dental subyacente, que depende de la forma en que el smear layer es producida.¹³

La utilización de estos sistemas adhesivos se fundamenta en la formación de la capa híbrida. Las fibras de colágeno pueden permanecer expuestas cuando se utiliza el acondicionamiento ácido previo a la aplicación del monómero hidrófilo, esas fibras no envueltas por monómero podrían sufrir degradación en condiciones clínicas. Los adhesivos “autoacondicionantes” fueron diseñados para evitar este problema, pues ellos actúan disolviendo el smear layer, descalcificando la dentina y, al mismo tiempo, involucrando las fibras colágenas expuestas. Otra ventaja de estos sistemas sería la reducción del tiempo clínico debido a la reducción de etapas.¹⁷

Este sistema de adhesivos se dio a conocer en la sexta generación. Debido al continuo desarrollo de los adhesivos. Los adhesivos de autograbado han sido comercializados como de técnica menos sensible y que permiten consumir menos tiempo. En estudios sobre la fuerza de adhesión de estos en dentina permanente se ha mostrado inconclusa. Los sistemas de autograbado resultan de interés en odontología Pediátrica ya que conllevan menos pasos y menos tiempo que en los adhesivos de grabado total.¹⁸

Las preocupaciones que rodean adhesivos de auto-grabado incluyen la habilidad del primer de autograbado de penetrar el grosor de el smear layer y el reducido potencial para la desmineralización del subsuelo de la dentina debido a la neutralización del primer por los componentes minerales de el smear layer. Además se ha desarrollado recientemente sistemas de autograbado que son más hidrofílicos, debido a una mayor concentración de monómeros ácidos para grabar correctamente la superficie de la dentina.

Los estudios anteriores han demostrado que los adhesivos que contienen cantidades más altas de grupos ácidos son susceptibles al incremento de sorción del agua por lo tanto, la durabilidad a largo plazo también puede ser una preocupación.¹⁹

MATERIALES	ACONDICIONADOR	MONÓMEROS	ÁCIDOS DÉBILES	pH
Scotchbond Multi-Purpose Plus, 3M Co.	Ácido fosfórico 32%	HEMA + Bis-GMA	Polialquenoico	3.22
Single Bond, 3M Co.	Ácido fosfórico 32%	HEMA + Bis-GMA	Polialquenoico y Poliacrílico	4.25
Prompt L-Pop, 3M ESPE	Autoacondicionador	HEMA + Bis-GMA	Ester fosfórico de metacrilato	0.95
Adper Prompt L-Pop y Adper Prompt, 3M ESPE	Autoacondicionador	HEMA + Bis-GMA	Ester fosfórico + polialquenoico	0.85
Optibond FL, Kerr-Sybron	Ácido fosfórico 35%	HEMA + GPDM + TEGDMA + UDMA	Glicerofosfórico	0.45
Optibond Solo, Kerr-Sybron	Ácido fosfórico 35%	HEMA + GPDM + TEGDMA + UDMA	Glicerofosfórico	0.55
Optibond Solo Plus SEP Kerr-Sybron	Autoacondicionador	HFGA-GDM + DMB + GPDM + MEHQ	Glicerofosfórico	1.02
One Coat Bond, Coltène	Ácido fosfórico 15%	HEMA + HEPMA + UDMA	Poliacrílico metacrilizado	2.53
Syntac, Vivadent 1997	Ácido fosfórico 37%	PEGMA + TEGDMA + UDMA	Maleico	0.22
Syntac Single Component, Vivadent	Ácido fosfórico 37%	MMPAA + UDMA	Maleico + Poliacrílico	1.85
Syntac Sprint, Vivadent	Ácido fosfórico 37%	MMPAA + UDMA	Maleico + Poliacrílico	1.65
Éxcite, Vivadent	Ácido fosfórico 37%	HEMA + Bis-GMA	Fosfónico	2.42
Prime & Bond NT, Dentsply/Caulk	Ácido fosfórico 37%	UDMA + DEGDMA + PENTA + Bis-GMA	Ester ácido de fosfato activo	2.50
Clearfil Liner Bond 2 (A + B), Kuraray Co.	Autoacondicionador	PMDM + HEMA + BIS-GMA	Aminosalicílico	0.65
Clearfil Liner Bond 2 V (A + B), Kuraray Co.	Autoacondicionador	HEMA + MDP + Bis-GMA	Fosfato deshidrogenado	2.66
Clearfil SE Bond (A + B), Kuraray Co.	Autoacondicionador	HEMA + MDP + Bis-GMA	Fosfato deshidrogenado	2.32

Fig 12. Composición y concentración de Hidrogeniones en algunos adhesivos

Ya que el smear layer no es eliminado (sino integrado a la capa adhesiva), el conjunto smear/tratado primer adhesivo es el responsable del sellado dentinal. Si el smear layer no va a ser eliminado debe ser desinfectado para esto se ha propuesto la utilización de: clorhexidina(0.20%),flúor(APF

1.23%), Tubulicidad (material comercial a base de EDTA y cloruro de benzalconio), etc.⁵

2.3.2 Barro dentinario “Smear Layer”

También conocida con los nombres de capa dentinaria untosa, estirada, deformada, barro dentinario, lodo dentinario, residuo dentinario, con proyecciones intratubulares en la dentina superficial y media llamados smear plugs. Esta capa fue descrita por Boyde y col. 1963 y su composición fue estudiada por Erick y col., 1970 demostrando que estaba integrada en su composición por fosfatos de calcio y materiales orgánicos. Brannstron 1984, divide al smear layer en dos capas muy bien diferenciadas, externa o “Smear on” que es amorfa e interna o “smear in” formada por partículas menores que son forzadas en el interior de los túbulos dentinarios.⁶

El smear layer esta compuesto principalmente por componentes triturados, entre ellos hidroxiapatita tanto del esmalte como de la dentina, y colágeno alterado; sin embargo en su composición también se pueden observar, saliva, sangre, células muertas.⁵

Su espesor oscila de 0.5 a 6.5 μm y los smear plugs de 4.5 a 8.6 μm y están directamente relacionados con el tipo de instrumental rotatorio, la velocidad de giro utilizada, la temperatura desarrollada, la presión ejercida durante la preparación cavitaria, la edad del paciente y la profundidad de la preparación cavitaria o el área de dentina superficial, media o profunda involucrada.⁶(Fig.13).²

Smear Layer

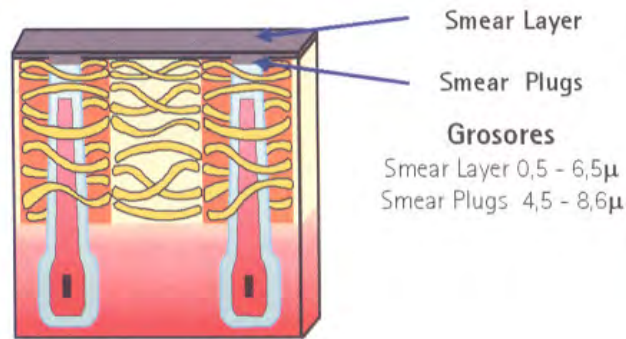


Fig. 13 Smear Layer y Smear

Existen investigaciones que demuestran que el Smear layer, que es una micropelícula que queda adherida a las paredes cavitarias después de su preparación mecánica, es la encargada de proteger a la pulpa y, químicamente, tiene una composición similar a la dentina.⁸(Fig.14).¹⁴

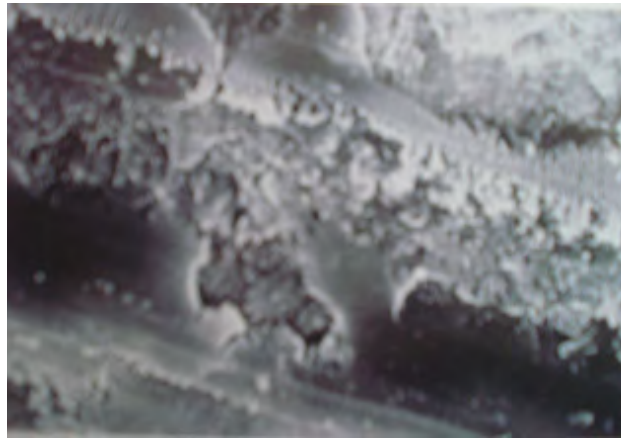


Fig.14 En toda la preparación se forma una capa de barrillo. Esta debe eliminarse para conseguir

Algunos autores argumentan sobre las ventajas de la preservación de esta camada, pues podría actuar como una barrera de difusión, disminuyendo la permeabilidad de la dentina. Pashley y sus colaboradores comprobaron la

capacidad de smear layer de disminuir la permeabilidad de la dentina en un 86%.

Sin embargo el smear layer es poroso y tiene microcanales entre las partículas, que pueden permitir tanto la salida del fluido de la dentina como la entrada de toxinas microbianas y agentes destructivos de la pulpa.

Brannstron observo en la smear layer la presencia de bacterias viables que podrían inducir al fracaso de la restauración.⁴

En los sistemas adhesivos de las primeras generaciones (hasta la tercera) se procuraba la conservación del smear layer y la unión química de la porción rica en calcio de barrillo por medio de grupos fosfato, sin embargo al cabo de 1 año había disolución del enlace fosfato y el desprendimiento de la capa de barrillo.¹⁴

Cuando la preparación cavitaria es instrumentada in vivo el smear layer y el smear plug presentan grietas o hiatos de 0,6 a 1,8 μm de la amplitud que producen una solución de continuidad a través de las cuales fluye el fluido dentinario. La interpretación de la composición y características microscópicas del smear layer, determina que existan en la actualidad ,distintos procedimientos clínicos en los que esta capa pueda recibir diferentes tratamientos de acuerdo con la forma de actuar de los sistemas adhesivos dentinarios ,según se le considere como una deformación de tejido conectivo dentinario o como barro dentinario .²

Por otro lado la formación de esta capa de smear layer resulta en la obstrucción en la luz de los túbulos de la dentina. Los materiales forzados al interior de los túbulos constituyen los smear plugs .Y esto resulta en el aislamiento del sustrato de la dentina subyacente, dificultando la interacción de los agentes adhesivos directamente con la dentina.⁴

2.3.3 Formación de capa híbrida

El término de capa híbrida fue propuesto por primera vez por Nobuo Nakabayashi en 1982, para caracterizar la creación de la capa que se forma cuando la dentina es forzada por la infiltración de la resina.

Esta capa es el resultado del proceso de difusión e impregnación de monómeros dentro de la subsuperficie de la dentina pretratada como sustrato y polimerización.¹⁴ (Fig.15, 16,17).²⁰



Fig. 15 El acondicionamiento de dentina remueve la capa de barro dentinario, abre los canalículos, dejando una zona rica en fibras.

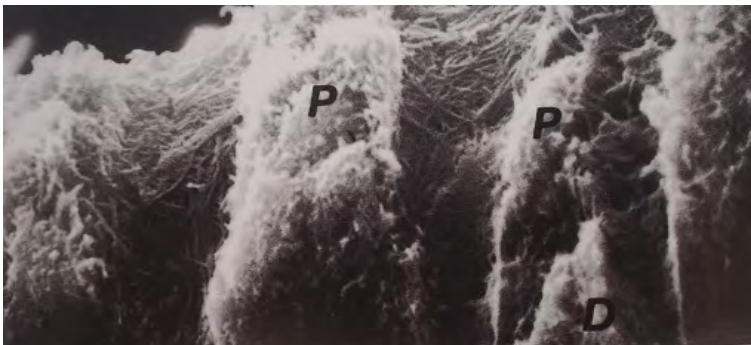


Fig.16 Al acondicionar y retirar la capa de barro encontramos a "F"(zona rica en fibras)que es diferenciada del área parcialmente desmineralizada (P) y la dentina inalterada (D) abajo.



Fig.17 Resina infiltrando en los túbulos dentinarios para formar largos prolongamientos.

También se conoce como: La zona de interdifusión de resina con la dentina, dentina infiltrada con primer-resina, capa de dentina impregnada con resina, zona de interdifusión o zona de interpenetración (fig.18).⁶

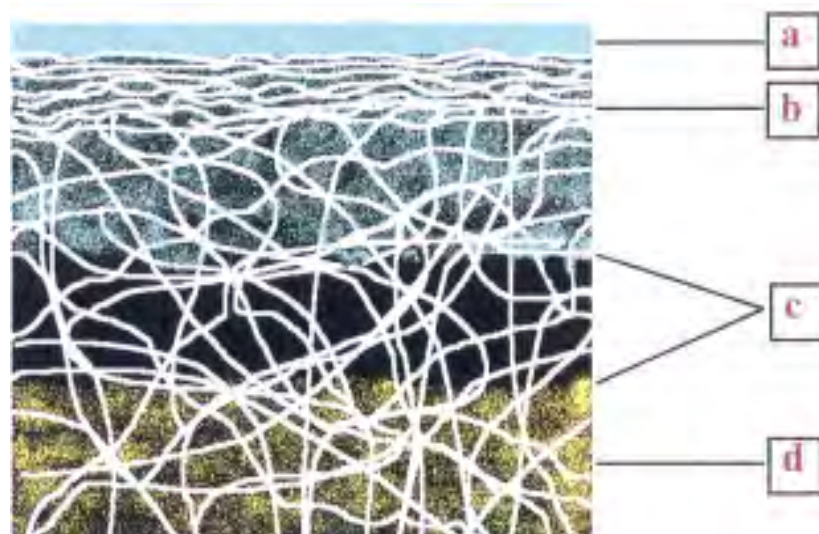


Fig.18 Capa de colágeno desprotegida, a) adhesivo, b) capa híbrida c) colágeno no recubierta por adhesivo, d) dentina integra constituida por la red colágeno e hidroxapatita.

Mecanismos de la formación de la capa híbrida:

- 1) La capa de detritus dentinaria, se remueve por medio de la aplicación de ácidos o agentes quelantes del calcio que descalcifican la capa superficial de dentina a cierta profundidad. (Fig.19).⁴
- 2) La descalcificación de la dentina intertubular expone un residuo proteínico de fibras de colágeno. La matriz de colágeno se encuentra normalmente sostenida por fracciones inorgánicas que una vez que se descalcifican pueden causar el colapsamiento de las fibras de colágeno.
- 3) La efectiva aplicación de primers que contienen monómeros hidrofílicos, pueden alterar o modificar el posicionamiento de las fibras de colágeno, así como su elasticidad y humectabilidad en una manera tal que favorezca una mejor penetración de las resinas adhesivas.(Fig.20).⁴
- 4) La aplicación de monómeros, ensancha los espacios interfibrilares de la colágeno, levantando la maraña de las fibras de colágeno para mantener y sostener su nivel original. Los monómeros hidrofílicos actúan como receptores para la copolimerización de la resina adhesiva que será aplicada posteriormente y que resulta en una interunión entre la colágeno de la dentina y el material de resina adhesivo y material restaurador, formando la capa híbrida zona de interdifusión resina-dentina). (Fig.21)⁴

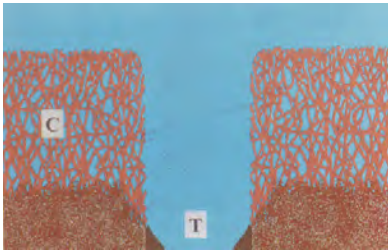


Fig.19 Dentina acondiciona. Exposición de colágeno (c) con espacios interfibrilares con agua. Embocaduras de túbulos (T) ensanchados por la desmineralización de la dentina peritubular.

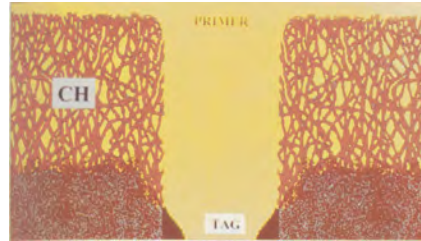


Fig.20 Después del primer. La malla colágeno esta infiltrada formando la camada hibrida CH

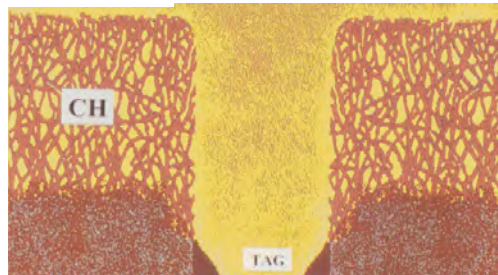


Fig.21 Camada Híbrida (CH).Tag de resina(TAG).

El proceso de impregnación de la dentina con resina, crea esta capa transicional, que no es ni resina, ni estructura dental, sino una mezcla de los dos, la creación de un híbrido.

Muchos problemas clínicos están asociados con la microfiltración que ocurre en el espacio que se forma en la interfase entre el material restaurador y las paredes de la preparación en el diente.

La creación de una capa hibrida, durable, insoluble y resistente a los ácidos, es fundamental para el proceso de adhesión a la estructura dental. El obtener esta capa hibrida ha demostrado ser una vía adecuada para sellar la interfase y eliminar la microfiltración.

La remoción de la capa de detritus dentinaria por la acción de agentes acondicionadores de la dentina y la consecuente preparación de las fibras de colágena de la dentina con productos que contienen monómeros hidrofílicos (primers), son dos pasos necesarios y muy importantes para poder generar las condiciones necesarias para establecer la creación de la capa híbrida.¹⁵

El colágeno que compone la dentina, juega un papel de suma importancia dentro de la adhesión. Este es el componente orgánico más abundante en la dentina (Fig.22)²¹. Una de las funciones de las fibrillas colágenas de la dentina es facilitar la mineralización brindando una estructura estable para la deposición de cristales de apatita. El colágeno expuesto puede, no obstante, estar sujeto a la degradación por hidrólisis a lo largo del tiempo.

Teóricamente todo el colágeno está expuesto por la aplicación de un acondicionador ácido que se infiltra por el adhesivo. Polimerizado el adhesivo pasaría a la fase mineral, involucrando y protegiendo las fibras colágeno de la degradación por ácido o hidrólisis. Ocurre también que la resina adhesiva aplicada sobre la dentina acondicionada puede no penetrar en la zona acondicionada, lo que resultaría en un segmento expuesto de colágeno. Otros factores relacionados con la red de colágeno también pueden afectar o influir en la adhesión a la dentina. Cuando la dentina es acondicionada, y la red de colágeno es expuesta la dentina no debería ser muy reseca después de la retirada del agente acondicionador. La sensibilidad de la red de colágeno expuesta a las condiciones en el medio (secado, humedad excesiva, posibilidad de hidrólisis) ha llevado a buscar alternativas en la técnica. Existiendo 3 maneras para ello: 1) el acondicionamiento ácido, con la retirada total del smear layer y la aplicación de una resina adhesiva hidrófila, para la formación de la capa híbrida; 2) una segunda alternativa a través de la aplicación de primers ácidos que disolverían el smear layer, penetrarían a través de ella y formarían una capa híbrida en la superficie de

la dentina; 3) acondicionamiento ácido para enseguida hacer la retirada completa del colágeno expuesto con hipoclorito de sodio, buscando una adhesión fundamentada en principios físicos de retención micromecánica a lo semejante que ocurre con el esmalte.

Entonces la formación de la capa híbrida es un proceso que crea a nivel molecular, una mezcla de polímeros adhesivos con los tejidos dentinarios.

Este proceso ocurre después de la realización del acondicionamiento ácido eliminando el smear layer, con la subsiguiente aplicación de los monómeros resinosos hidrófilos. Con esto las propiedades químicas y físicas son muy diferentes de la estructura original. La estructura obtenida por la hibridación de la dentina puede ser considerada “un tejido construido”.

Cuando la estructura mineral es desmineralizada a propósito, ocurre la exposición de la matriz de colágeno de la dentina, siendo ésta infiltrada por monómeros resinosos para intencionalmente cambiar las propiedades físico-químicas de la superficie. Cuando ocurre la formación de la capa híbrida, ésta se transforma en ácido-resistente, aumenta la fuerza de unión, además de reducir la microfiltración. El desarrollo de los adhesivos fundamentado en la formación de capas híbridas proporcionó un aumento considerable en el número de procedimientos restauradores, utilizando resinas compuestas y nuevas técnicas de cementación indirectas e incluso unión a metales.

Una impregnación insuficiente de la dentina desmineralizada deja fibras colágenas expuestas, sin recubrimiento de monómeros resinosos. Y ya que los monómeros resinosos son más resistentes a la hidrólisis de las fibras colágenas, estas al quedar descubiertas y expuestas causarían el colapso de

la capa híbrida, esta falla puede ocurrir en función de un tiempo excesivo de acondicionamiento de la superficie de la dentina o por un tiempo insuficiente de la infiltración e impregnación de los monómeros hidrófilos en la dentina desmineralizada .

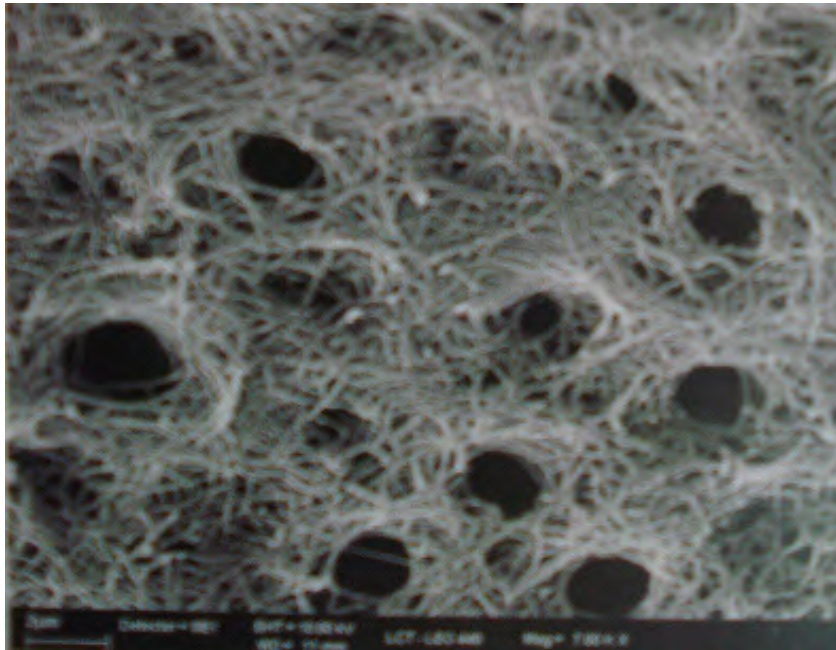


Fig. 22 Fibras de colágeno después del acondicionamiento.

Actualmente se están planteando la unión resina-dentina. Mediante el uso de sustancias que destruyen el colágeno (hipoclorito de sodio,colagenasa,otros) se elimina toda la fase orgánica superficial de tejido vital, dejando allí solo los minerales dentinarios y pretendiendo unir el adhesivo a esta estructura. Se forma así un nuevo mecanismo de unión : resina fase-mineral dentinaria.

Puesto que se sabe que el colágeno no ofrece contribución directa para el aumento de la resistencia adhesiva, en algunos casos su retirada puede resultar en un aumento significativo de la resistencia adhesiva.El uso de NaCl en concentraciones que varían del 1 al 10% ha sido sugerida para la

remoción del colágeno y la subsiguiente aplicación de monómeros adhesivos hidrófilos. Esta nueva capa adhesiva, capa híbrida invertida como se le ha llamado, parecería no ser tan estable a distancia sobre todo con los adhesivos que contienen acetona.^{17,5}

La capa híbrida invertida (adhesión inversa) se consigue con la eliminación de la capa deformada con ácido fosfórico en alta concentración y desproteinizada conjuntamente con la dentina desmineralizada para facilitar la impregnación con monómeros hidrófilos e hidrófugos y lograr adhesión por hibridación inversa.

La aplicación de hipoclorito de sodio en distintas concentraciones remueve la dentina desmineralizada y elimina las fibras colágenas. En la capa dentinaria infiltrada por contacto, los resin tags son más profundos que cuando la dentina fue tratada solamente con ácido fosfórico.⁶

Capítulo 3 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS

ADHESIVOS

3.1 Generaciones de adhesivos

Los adhesivos dentinarios desde sus inicios han mostrado una gran variación, no solamente en su composición química, sino también en la resistencia de unión y presentación comercial.³ (Fig.23).⁶

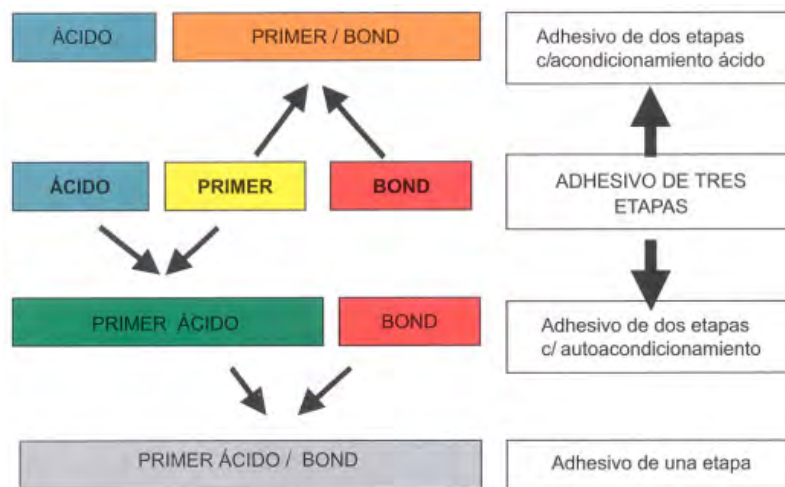


Fig. 23 Representación esquemática de la simplificación de los adhesivos de tres etapas, tanto por la unión en el frasco del “primer” y “bond” como por la eliminación de la etapa del acondicionamiento ácido, surgiendo los adhesivos autoacondicionadores, tanto de dos etapas como de una etapa.

Buonocore 1955 y otros establecen que el tratamiento de la superficie del esmalte con una solución acuosa de ácido resulta en la formación de tags de resina y la penetración de la microporosidades resultantes, formando una unión micromecánica. Las técnicas de unión a esmalte se han convertido en estándar y son bien aceptadas en cambio la adhesión a dentina ha debido

tener una evolución. Los adhesivos a esmalte dentina han pasado de la primera y segunda generación de sistemas adhesivos a la corriente de sexto y séptimo generación adhesivos.¹⁹

Actualmente existen 5 categorías: 4^a, 5^a, 6^a y 7^a. Los más modernos de 6^a y 7^a no requieren lavado, comparados con las generaciones anteriores son menos sensibles a la técnica y tienen como resultado una menor sensibilidad post-operatoria (fig. 24).²²

Agentes Adhesivos				
Generación	Componentes	Características		
		Grabado y enjuague con ácido fosfórico	Capa de base dentinaria sobre la dentina	Activador de curado dual disponible
4 ^a	Grabador, primer y adhesivo (aplicar los componentes por separado)	Sí	Extraída	Sí
5 ^a	Grabador, primer y adhesivo (aplicar los componentes por separado)	Sí	Extraída	Algunos productos
6 ^a (Tipo I)	Primer ácido, adhesivo (aplicar los componentes por separado)	No	Modificada	Algunos productos
6 ^a (Tipo II)	Primer y adhesivo ácidos (mezclar los componentes y aplicar)	No	Modificada	No
7 ^a	Primer y adhesivo ácidos (no mezclar, aplicar)*	No	Modificada	Algunos productos



Generación	Usos			
	Restauraciones directas con resinas fotocuradas	Restauraciones indirectas con resinas o cerámicas en posteriores	Restauraciones de muñón desgudadas con autocurado	Carillas cerámicas en dientes anteriores (<1,0 mm)
4 ^a	Sí	Sí, con catalizador de curado dual	Sí, con catalizador de curado dual	Sí
5 ^a	Sí	Sí, con catalizador de curado dual	Sí, con catalizador de curado dual	Sí
6 ^a (Tipo I)	Sí	No	Sí	Sí (grabar o utilizar piedra pómez en el esmalte)
6 ^a (Tipo II)	Sí	No	Sí, con catalizador de curado dual	Sí (grabar o utilizar piedra pómez en el esmalte)
7 ^a	Sí	Sí, con catalizador de curado dual	Sí, con catalizador de curado dual	No

Fig. 24 Generaciones de 4^a a 6^a sus características y usos.

Con fines prácticos los adhesivos dentinarios se han clasificado desde el punto de vista generacional de la siguiente manera:

Primera generación (1970). La unión se buscaba por la quelación del agente adhesivo con el calcio componente de la dentina; si bien había penetración tubular, ésta contribuía poco a la retención de la restauración. Estaban constituidos por cianoacrilatos para la unión química al colágeno de la dentina y NPG-GMA para unirse al calcio de la dentina. Estos productos tenían una resistencia de unión baja de aproximadamente 2 a 3 MPa.³

En 1976 Fusayama experimentaba con un adhesivo que contenía BIS-GMA y el monómero éster fosfórico Phenyl-P que fue lanzado en 1977 con la denominación de Clearfil Bond Sistem (Kuraray).⁴

Características: Adhesión muy baja a la dentina, se buscaba la unión por quelación del agente adhesivo con el Ca de la dentina, la unión duraba pocos meses, se indicaba en cavidades pequeñas Clase I y V, cuando se usaban en dientes posteriores era común la sensibilidad postoperatoria.

Productos comerciales: Cervident – SS White, Creation Bond – Den-Mat.

Segunda generación (1970). Constituidos por ésteres cloro fosforoso unidos al Ca de la dentina e isocianatos para unión química al colágeno de la dentina. Estos productos intentaban usar la capa residual (smear layer) como sustrato para la adhesión. Esta capa se unía a la dentina subyacente a niveles insignificantes y las fuerzas débiles de adhesión de esta “generación” (2 a 8 MPa la dentina) hacían necesaria la retención en la preparación de cavidades. Las restauraciones con márgenes en dentina presentaban exagerada microfiltración y las restauraciones en posteriores

adolescentes de considerable sensibilidad post-operatoria. La estabilidad a largo plazo de los adhesivos de 2ª generación era problemática.

Características: Intentaron usar la capa de desecho como substrato, las restauraciones con márgenes en dentina presentaban, exagerada microfiltración, en posteriores presentaban hipersensibilidad, la retención al año no pasaban de un 70%.

Productos Comerciales: Scotchbond-3m, Universal Bond-Caulk, Dentin Bonding Agent-Ivoclar.

Tercera Generación (Finales 1980). Tenían en común la actuación, en mayor o menor grado, sobre la smear layer para que fuera facilitada la penetración de monómeros resinosos bifuncionales. Al final de los 80 aparecieron dos sistemas de doble componente: Imprimador (primer) y adhesivo. Se caracterizaban porque la manipulación requería múltiples pasos, tratamiento ácido de la dentina, unión química usando (NPG-PMDM, 4-META, HEMA, Oxalatos), unión química al colágeno de la dentina, baja resistencia de unión: 8 a 15 MPa. El incremento significativo de la fuerza de adhesión a la dentina, disminuyó la necesidad de retención en las preparaciones cavitarias. Las lesiones por erosión, abrasión o abfracción pudieron ser tratadas con preparaciones mínimas, dando comienzo a la odontología ultra conservadora. Había disminución de la sensibilidad post-operatoria en las restauraciones oclusales posteriores. La tercera generación fue también la primera "generación" en adherirse no solamente a la estructura dental sino también a metales y cerámica. La parte negativa de estos agentes de unión fue su corta duración.

Características: Sistemas de doble componente: imprimador y adhesivo, incremento de la fuerza de adhesión a dentina (8-15 MPa), se usó en erosiones, abfracción, erosión con preparaciones mínimas, disminución de la

sensibilidad en posteriores, se unían también a metales y cerámica, negativo: corta duración (tres años).

Productos comerciales: All-Bond – Bisco, C&B Meta-Bond – Parkell, Clearfil Bond – J. Morita, Gluma – Bayer, Mirage Bond – Chamaleon, Scotchbond 2 – 3M, Tenure – Den-M.³

Cuarta generación

Finales de 1980 adhesivos grabe y lave de tres pasos.

Importante innovación consistió en incorporar al sistema un tercer compuesto. Éste, denominado *primer*, un agente promotor de la adhesión sumado al acondicionador y al adhesivo, precisamente caracteriza a tal generación como la de tres compuestos.⁶

Utilizaban ácido fosfórico y eran llamados sistemas de grabado total o sistema de grabe y lave. Utilizaban un imprimador y un adhesivo. La unión propuesta era un tratamiento ácido de la dentina para remover la capa de desechos y desmineralizar la superficie. El imprimador penetraba y aumentaba el mojado de la capa de colágeno remanente creando una capa híbrida colágeno-resina, se producían microporosidades del esmalte y la resistencia de unión era de aproximadamente 17 y 25 MPa en la dentina. Se observó una disminución de la sensibilidad postoperatoria. La alta fuerza de unión a la dentina, y la disminución de la sensibilidad postoperatoria en restauraciones oclusales posteriores, impulsaron a muchos odontólogos a empezar el cambio de uso de amalgama por resinas compuestas en obturaciones directas en posteriores.

Esta “generación” se caracteriza por el proceso de hibridación en la interfase dentina-resina compuesta. Esta hibridación es el reemplazo de la hidroxiapatita y el agua de la superficie dentinal por resina. Esta resina, en

combinación con las fibras de colágeno remanente, constituye la capa híbrida. La hibridación involucra tanto a los túbulos dentinarios como a la dentina intratubular, mejorando extraordinariamente la fuerza de unión de la dentina. El grabado total y la adhesión a dentina húmeda, conceptos desarrollados por Fusayama y Nakabayashi en Japón en los años 80, introducidos a Estados Unidos por Berlotti y popularizados por Kanca, son las grandes innovaciones de la 4ª generación de adhesivos (fig.25, 26).

Los materiales de este grupo se distinguen por sus componentes. Hay dos o más ingredientes que se deben mezclar, preferiblemente en proporciones muy precisas. Esto fácil de lograr en el laboratorio, no lo es en el consultorio. El número de pasos en el mezclado y la necesidad de medición exacta de los componentes, tienden a hacer el procedimiento confuso y a reducir la fuerza de unión a dentina.

Características generales: Varios frascos. Ácido fosfórico grabador separado, imprimador y adhesivo separado, formulaciones foto y curado doble, solvente a base de etanol o acetona. Las grandes innovaciones de la 4ª generación de adhesivos son el grabado total y la adhesión a la dentina húmeda.

Producto	Compañía	Tipo de Curado	Botella	Unidosis	Peso del relleno%	Libera Flúor	Requiere Refrigeración	Unión Esmalte MPa	Unión Dentina MPa
Adper Scotchbond Multi-Purpose Plus Adhesive System	3M ESPE	D, F	Si	No	0	No	No	32	21
ALL-BOND 2	Bisco	D, F	Si	No	0	No	No	23	24
ALL-BOND 3	Bisco	D, F	Si	No	0	No	No	--	--
Bond-It	Penaron	D, F	Si	No	Na	No	Si	25	21
DenTASTIC All-Purpose	Pulpdent	D	Si	No	0	No	No	31	21
Gluma Solid Bond	Heraeus	D, F	Si	No	25	Si	No	--	--
OptiBond FL	Kerr Corporation	F	Si	Si	48	Si	No	32	31
ProBond	DENSTPLY Caulk	D, F	Si	Si	0	No	No	26	19

Fig. 25 Adhesivos de cuarta generación, propiedades físicas.

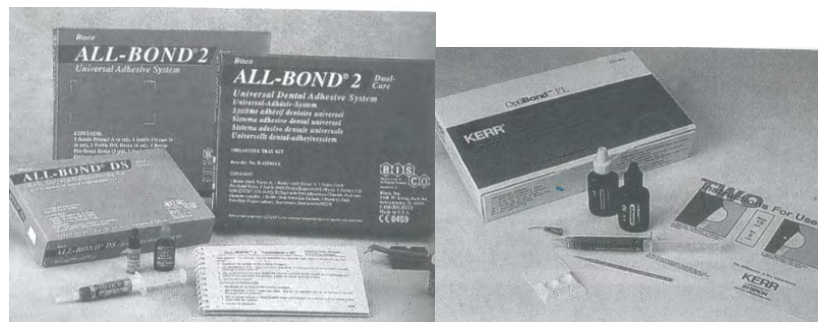


Fig. 26 Marcas comerciales de la quinta generación.

Quinta Generación

Utilizan también ácido fosfórico para grabado total y son llamadas también sistemas de grabe y lave, pero el imprimidor viene mezclado con el adhesivo. Se designan como adhesivos de un solo frasco, unión húmeda, no se mezcla y se dice que no hay sensibilidad postoperatoria. Estos materiales se adhieren bien al esmalte, la dentina, a la cerámica y a los metales, pero lo más importante es que se caracterizan por tener un solo componente en un solo frasco. No hay mezclado, y por lo tanto menos posibilidades de error. La fuerza de retención a la dentina está en el rango de 20 a 25 MPa y más, adecuada para todos los procedimientos dentales (excepto en conjunción con cementos de resina autocurable y resinas compuestas autocurables).

Los procedimientos dentales tienden a ser, por una parte agotadores y por otra, sensibles a las variaciones en la técnica. Los agentes de unión de la “Quinta Generación” fáciles de usar y de resultados predecibles, son los adhesivos más populares en la actualidad. Además hay poco riesgo de sensibilidad a la técnica en un material que se aplica directamente a la superficie preparada del diente. La sensibilidad postoperatoria ha sido también reducida sensiblemente.

Características generales: Un solo frasco o unidosis, ácido grabador separado, imprimidor y adhesivo combinado, formulación fotocurada, solvente a base de acetona o alcohol, algunos productos traen catalizador separado para curado doble, se adhieren al esmalte, dentina, cerámica y metales, inconvenientes con cementos de resinas autocurables y resinas compuestas autocurables, son los adhesivos más populares en la actualidad, se han reducido sensiblemente la sensibilidad postoperatoria (fig.27).

Producto	Compañía	Tipo de curado	Botella	Uni dosis	Peso del relleno%	Libera Flúor	Requiere Refrigeración	Unión Esmalte MPa	Unión Dentina MPa
Adper Single Bond Plus	3 M ESPE	F	Si	Si	10	No	No	22	18
Admira Bond	VOCO	F	Si	Si	Na	Si	No	--	--
ALPHA-BOND	Dental Technologies	D, F	Si	No	0	No	No	--	--
Bond-1	Pentron	D, F	Si	No	0	No	No	23	20
DentASTIC UNO	Pulpdent	F	Si	No	0	No	No	21	26
DentASTIC UNO-DUO	Pulpdent	F	Si	No	0	No	No	--	--
ExcITE	Ivoclar Vivadent	F	Si	Si	1	No	No	22	28
ExcITE DSC	Ivoclar Vivadent	F	No	Si	1	No	No	--	--
Gluma Confort Bond + desensibilizador	Heraeus	F	Si	Si	0	No	No	21	18
IntegraBond	Premier	D, F	Si	No	0	No	No	25	9
One Coat Bond	Coltene Whaledent	F	No	No	5	No	No	33	20
ONE-STEP	Bisco	F	Si	No	0	No	No	31	23
ONE-STEP PLUS	Bisco	F	Si	Si	8,5	No	No	23	22
PQ1	Ultradent	F	No	No	40	No	No	25	22
Prelude TE	Danville Materials	D, F	Si	No	24	Si	No	25	27
Prime & Bond NT	DENTSPLY Caulk	D, F	Si	Si	3	No	No	28	22
Stae	SDI North America	F	Si		0	Si	No	28	15
Tenure Multi-Purpose Plus	Den-Mat	F	Si		9	No	No	--	--
Tenure Quick with Fluoride	Den-Mat	F	Si		9	Si	No	19	18
XP BOND	DENTSPLY Caulk	D, F, SC	Si	Si	5,5	No	No	nt	nt

Fig. 27 Quinta generación, propiedades físicas y marcas comerciales.

Sexta generación (mediados de 1990)

No requieren el uso de ácido fosfórico y por lo tanto no requieren lavarse. El imprimador es autograbador. La resistencia es: Tipo I, esmalte 7-28 MPa y dentina 16-35 MPa.³

Se identifican por haber unido en un solo compuesto la triada: acondicionador, *primer* y adhesivo, aunque en realidad esa unión solo se produce en el momento de su aplicación, puesto que se presentan ya sea en "blisters" de dos cámaras (el primero de los productos citados), en dos frascos (del segundo al cuarto de ellos), o en el caso del último en un frasco que contiene un líquido el cual se mezcla con el iniciador que ha sido impregnado en torundas de esponja.⁶

Las características de los dos tipos son las siguientes: Tipo 1 de 2 pasos: viene en dos frascos, un frasco con el acondicionador e imprimador ácido combinados y el adhesivo en un frasco separado, se coloca el imprimador ácido y luego el adhesivo.

Características generales: El imprimador es autograbador, imprimador en frasco separado del adhesivo, no se graba con ácido fosfórico, hay productos con catalizador separado pero curado doble (fig.28).

Producto	Compañía	Tipo de curado	Botella	Uni dosis	Peso del relleno%	Libera Flúor	Requiere Refrigeración	Unión Esmalte MPa	Unión Dentina MPa
Adper Prompt L-Pop Self-Etch Adhesive	3M ESPE	LC	Si	Si	0	No	No	19	17
AdheSE	Ivoclar Vivadent	LC	Si	No	2	No	No	16	21
Clearfil LINER BOND 2V	Kuraray America	DC, LC	Si	No	10	No	Si	28	35
Clearfil PROTECT BOND	Kuraray America	LC	Si	No	10	Si	Si	25	35
Clearfil SE BOND	Kuraray America	LC	Si	No	10	No	Si	23	31
Contax	Zenith Dental/DMG	LC	Si	No	0	Si	No	20	20
FL-BOND	Shofu	LC	Si	No	17	Si	No	21	27
Frog	SDI North America	LC	Si	No	6	No	Si	6.7	16.3
GC UniFil Bond	GC America	LC	Si	No	4	No	Si	20	30
Nano-Bond	Pentron	DC, LC	Si	No	>5	No	Si	14	20
One Coat Self-Etching Bond	Coltene/Whaledent	LC	Si	Si	2.5	No	No	22	24
OptiBond SOLO Plus	Kerr Corporation	DC, LC	Si	Si	15	Si	No	28	25
Prelude SE	Danville materials	DC, LC	Si	No	24	Si	No	25	27

Fig.28 Sexta Generación Tipo I.

Tipo 2 de 1 Paso: Puede presentarse en dos frascos o unidosis, usa agua como solvente, el adhesivo auto grabador se mezclan con el adhesivo y luego se aplica.

Características generales: No se graba con ácido fosfórico. En esmalte no preparado se puede necesitar grabado con ácido fosfórico, formulación fotocurada, agua como solvente, no requieren grabado ácido, al menos en la superficie de la dentina, tienen un acondicionador de la dentina, el tratamiento ácido de la dentina se auto limita y los productos del proceso se incorporan permanentemente a la interfase restauración-diente, la adhesión entredicha con el tiempo es al esmalte.

Productos comerciales:(TIPO II) 3M ESPE adper Promp L-Pop-3M ESPE, Brush&Bond – Parkell, One Up-Bond F Plus – Tokuyama/J.Morita USA.,Tenure Uni –Bond with Gloss-n-Seal-Dent-mat, Touch&Bond-Parkell, Xeno III-DENSTPLAY/Caulk.

Séptima Generación (comienzos de 2000 no se mezclan y se aplican en un solo paso)

A fines del 2002 fue dado a conocer el producto i Bond (Kulzer) Estos adhesivos vienen en un solo frasco, no se mezcla, adhesivo autograbador, esmalte no preparado puede requerir grabado ácido fosfórico, fotocurados, agua como solvente, resistencia de unión de 18-28 MPa en esmalte y 18 – 28 MPa en dentina.

Características generales: Valioso aporte a la eliminación de la sensibilidad postoperatoria, no importa cual sea la luz usada, los que dieron mejor adhesividad con todas las resinas y ausencia de sensibilidad fueron Al-Bond, Optibond ,Tenure Uni-Bond y Tyrian One –Step Plus.El adhesivo debe ser de curado doble cuando la resina es de autocurado .Desde el punto de

vista de la facilidad de empleo, la mejor resina es Build-It, o Core Paste o Luxa-Core, y el más fácil de manipular es el de Brush&Bond (fig.29).³

Producto	Compañía	Tipo de curado	Botella	Uni dosis	Peso del relleno%	Libera Flúor	Requiere Refrigeración	Unión Esmalte MPa	Unión Dentina MPa
AdheSE One	Ivoclar Vivadent	LC	Si	No	5	No	No	19	23
BOND FORCE	Tokuyama America	LC	Si	Si	5	Si	Si	32	28
Clearfil S3 BOND	Kuraray America	LC	Si	Si	10	No	Si	28	23
G-BOND	GC America	LC	Si	Si	5	No	No	20	20
got	SDI North America	LC	Si	Si	7	Si	Si	Nt	Nt
iBOND	Heraeus	LC	Si	Si	0	No	Si	18	22
OptiBond All-In-One	Kerr Corporation	LC	Si	Si	7	Si	Si	28	28
Xeno IV	DENTSPLY Caulk	LC	Si	Si	0	Si	Si	21	25
Xeno IV Dual Cure	DENTSPLY Caulk	DC, LC	Si	Si	0	Si	Si	25	18

Fig. 29 Séptima Generación, propiedades físicas.

3.2 Por su acondicionamiento ácido

Clasificado en 2 grandes grupos:

- ✓ Con acondicionamiento previo (fig.30, 31, 32,33).
- ✓ Autoacondicionadores (fig.34, 35, 36,37).

Estos adhesivos tienen básicamente 3 componentes: ácido, primer y bond. La mayoría de los adhesivos actuales pertenecen al grupo de los que emplean un condicionamiento previo (con resultados bastante aceptables).

Utilizan un gel de ácido fosfórico en concentraciones entre 30 y 37% que se aplica al esmalte y la dentina durante 15 segundos. Este ácido y adhesivo se aplican en etapas diferentes y puede producir desmineralización cuya

profundidad puede llegar más allá de la zona de difusión e impregnación del adhesivo.



Fig.30 Adhesivo con acondicionamiento previo y fotoactivado de 3 etapas: ácido+primer+bond.



Fig.31 Adhesivo de acondicionamiento previo fotoactivado de dos etapas: ácido +primer/bond.



Fig.32 Adhesivos con acondicionamiento previo de activación dual y con tres etapas:ácido+”primer” A/”primer” B+bond 1/bond2.



Fig.33 Adhesivos aconadicionamien-to ácido previo de activación dual y con dos etapas : ácido +”primer”/bond A y B(activador).

Tratando de eliminar esta posibilidad inconveniente se desarrollaron los adhesivos autoacondicionadores basándose en sustancias que no se lavan y son capaces de actuar simultáneamente como acondicionadores del esmalte y la dentina y además como primers, evitando así la posibilidad de una capa desmineralizada que no ha sido penetrada por el adhesivo, ya que la desmineralización de la dentina e infiltración por parte del adhesivo se da al mismo tiempo. Con menos etapas en un procedimiento clínico no solo se

economiza tiempo, sino también se reduce la posibilidad de cometer errores, lo cual representa una ventaja. Cuando se utiliza un adhesivo autoacondicionador y, por lo tanto, se suprime la etapa del grabado ácido, en realidad se elimina cuatro pasos: el dispensado del ácido, su aplicación, el lavado, y la eliminación del agua excedente.



Fig. 34 Adhesivos autoacondicionadores del tipo fotoactivado de 2 etapas : "primer"ácido+" bond".



Fig. 35 Adhesivos autoacondicionadores ,del tipo fotoactivado de una etapa de aplicación:"primer ácido /bond".



Fig.36 Adhesivos autoacondicionadores de activación dual y 2 etapas de aplicación:"primer" ácido "primer/bond" AyB (activador)



Fig.37 Adhesivos acondicionadores de un menor pH,de dos etapas(Tyrian SPE+one step plus)o de una etapa Xenon III.

Las citadas moléculas reactivas son esteres de algún alcohol bivalente con ácido metacrílico o fosfórico. La molécula activa de Clearfil Liner Bond 2v es denominada "Fenil-P". Estas moléculas son capaces de copolimerizarse con

otros monómeros, como por ejemplo el HEMA. El producto Touch & Bond logra producir acondicionamiento debido a su monómero ácido el 4-META. La compañía Vivadent patentó su adhesivo Adhe SE basado en éter acrilato de ácido fosfórico, bastante resistente a la hidrólisis.

Los adhesivos autoacondicionadores de pH más bajo son efectivos también en el esmalte íntegro. Los primers ácidos tienen un pH promedio de 2, mientras que el ácido fosfórico tiene un pH 0.6, por eso los primers autoacondicionadores son incapaces de acondicionar correctamente el esmalte sin biselar así como a la dentina esclerosada. En realidad, no todos los adhesivos autoacondicionadores tienen el mismo valor de pH. Unos menos ácidos, como el Clearfil Liner Bond 2V y el Clearfil SE Bond; otros poseen una acidez intermedia, como el Non-Rinse Conditioner y el Adper Prompt L-pop. Y por último los nuevos adhesivos autoacondicionadores, surgidos a partir de 2002, por presentar un pH por debajo de 1,0 son tan ácidos como el ácido fosfórico. Como ejemplo de adhesivos más ácidos tenemos el Xenio III, el Simplicity y un primer de la Bisco denominado Tyrian SPE.

El serio inconveniente de los adhesivos autoacondicionadores de no seguir una unión satisfactoria al esmalte íntegro, ha sido superado por el uso de primers más ácidos.

3.3 Por su sistema de activación

Actualmente los adhesivos pueden ser: fotoactivados, de doble activación (dual) o activados químicamente. La gran ventaja en resinas es que la fotopolimerización se da sin la formación de compuestos químicos que con el tiempo puedan ocasionar cambios de color.

Otra ventaja de los adhesivos fotopolimerizables es que se suministran en menos frascos, a diferencia de los de polimerización dual o polimerización química (que requieren dos frascos por cada etapa) y son más fáciles de utilizarse. El principal cuidado que debe tenerse es respecto a una posible incompatibilidad entre los productos de diferente activación. Los de polimerización dual no presentan incompatibilidades de este tipo. Los adhesivos de activación química en la actualidad se encuentran casi en desuso.

3.4 Por la técnica de utilización.

Cada grupo de adhesivos tiene una forma de activación que puede ser fotopolimerizable o dual y la forma de tratar el sustrato para la adhesión (fig.38).

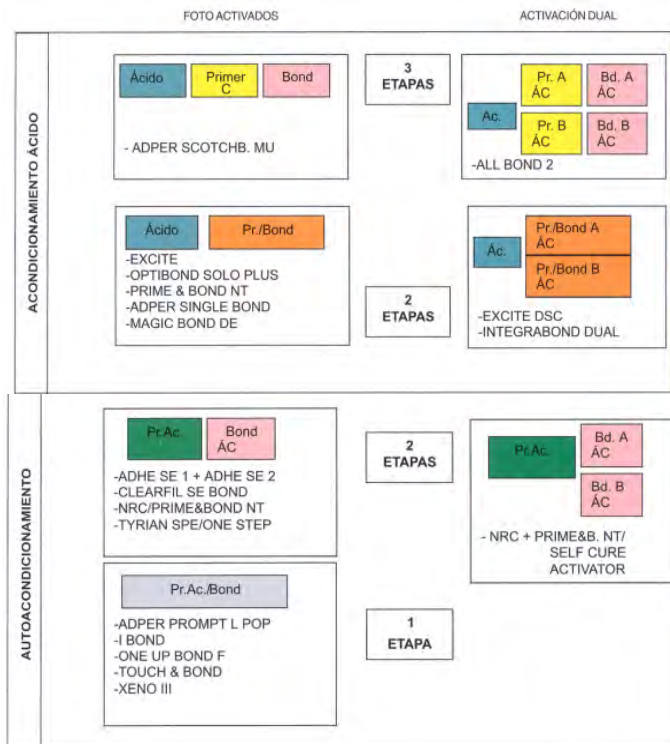


Fig.38 clasificación de adhesivos mediante su técnica de utilización.

Adhesivos fotoactivados que usan acondicionamiento ácido: Indicados para restauraciones directas que pueden ser de 3 etapas: ácido, primer, bond de forma separada y otra de 2 etapas, ácido primero y luego primer bond juntos (fig.39).

ADHESIVOS FOTOACTIVADOS CON ACONDICIONAMIENTO ÁCIDO TOTAL	ETAPAS	SOLVENTE	FLÚOR	RELLENO
ADPER SCOTCHBOND MULTI USO	1-(Ac) 2-(Pr) 3-(Bond)	ETANOL		
GLUMA SOLID BOND	1-(Ac) 2-(Pr) 3-(Bond)	ACETONA	FLÚOR	25,0%
OPTIBOND FL	1-(Ac) 2-(Pr) 3-(Bond)	ETANOL	FLÚOR	46,0%
PAAMA 2	1-(Ac) 2-(Pr) 3-(Bond)	ACETONA		
A. ADMIRA BOND	1-(Ac) 2-(Pr/B)	ACETONA		
ADPER SINGLE BOND	1-(Ac) 2-(Pr/B)	ETANOL		
BOND 1	1-(Ac) 2-(Pr/B)	ACETONA		
BOND 1 C&B	1-(Ac) 2-(Pr/B)	ETANOL		
DENTASTIC UNO	1-(Ac) 2-(Pr/B)	ACETONA		
EXCITE	1-(Ac) 2-(Pr/B)	ETANOL		0,5%
GLUMA COMFORT BOND	1-(Ac) 2-(Pr/B)	ETANOL		
GLUMA ONE BOND	1-(Ac) 2-(Pr/B)	ACETONA		
INTEGRABOND	1-(Ac) 2-(Pr/B)	ACETONA		
MAGIC BOND DE	1-(Ac) 2-(Pr/B)	ETANOL		
MATRIX CABRIO ADHES.	1-(Ac) 2-(Pr/B)	ACETONA/ETANOL		
ONE COAT BOND	1-(Ac) 2-(Pr/B)	AGUA		
OPTIBOND SOLO PLUS	1-(Ac) 2-(Pr/B)	ETANOL	FLÚOR	15,0%
PRIME&BOND NT	1-(Ac) 2-(Pr/B)	ACETONA/ETANOL	FLÚOR	3,0%
STAE	1-(Ac) 2-(Pr/B)	ACETONA	FLÚOR	

Fig. 39 Adhesivos Fotoactivados con acondicionamiento ácido total. (Ac) Acido fosfórico entre 30 y 37%; (Pr) Primer; (Pr/B) Primer y Bond en frasco único.

Adhesivos fotoactivados que son autoacondicionadores: Los adhesivos autoacondicionadores son mucho más fáciles de usar que los que usan ácido fosfórico (problema no solo para lavarlo sino en el cuidado en eliminación de agua excesiva). Los resultados son más uniformes, ya que la desmineralización y la penetración se dan simultáneamente.

El primer ácido es neutralizado en el esmalte y dentina.

Los adhesivos de esta categoría son aplicados en dos etapas en la primera el primer ácido y en la segunda el bond o el primer / bond. En los de una etapa el primer ácido y el bond aplican juntos. En realidad, solo uno de los adhesivos de una etapa presenta todos sus componentes en un único frasco (el I Bond de la Kulzer); los demás (se ubican en esta categoría) se aplican de una sola vez, a pesar de que previamente se les haya mezclado de alguna manera (fig.40).

ADHESIVOS FOTOACTIVADOS AUTOACONDICIONADORES	ETAPAS	SOLVENTE	FLÚOR	RELLENO
ADHE SE	(Pr.Ac.) (Bond)	AGUA		
CLEARFIL SE BOND	(Pr.Ac.) (Bond)	AGUA		10,0%
SIMPLICITY	(Pr.Ac.) (Bond)	ETANOL		
NRC + PRIME&BOND NT	(Pr.Ac.) (Pr/Bd)	ACETONA/ETANOL	FLÚOR	3,0%
OPTIBOND SOLO P. SELF ETCH PR + OPTIBOND SOLO PLUS	(Pr.Ac.) (Pr/Bd)	ETANOL	FLÚOR	15,0%
TYRIAN SPE + ONE STEP PLUS	(Pr.Ac.) (Pr/Bd)	ETANOL		8,5%
ADPER PROMPT L POP	(Pr.Ac./Bd)	AGUA	FLÚOR	
I BOND	(Pr.Ac./Bd)	ACETONA/ÁGUA		
ONE UP BOND F	(Pr.Ac./Bd)	AGUA	FLÚOR	8,0%
TOUCH & BOND	(Pr.Ac./Bd)	ACETONA		
XENO III	(Pr.Ac./Bd)	ETANOL	FLÚOR	4,0%

Fig. 40 Adhesivos Fotoactivados Acondicionadores (Pr.Ac) Primer ácido; (Pr/bd) Primer y Bond en frasco.

Frecuentemente los fabricantes de adhesivos autoacondicionadores suaves e intermedios recomiendan el uso de acondicionamiento ácido previo solo del esmalte.⁶

En un estudio que realizaron K.L. Van Landuyt, M. Peumans, J. De Munck, P. Lambrechts y B. Van Meerbeek observaron que al extender un adhesivo de autograbado de un solo paso a múltiples pasos, agregando la etapa de grabado ácido para mejorar su adhesión, ésta mejoraba solo en esmalte y

que en dentina lo mejor sería ser evitado, ya que disminuiría la fuerza de adhesión y la pondría incluso en peligro.²³

Adhesivos de activación dual que usan el acondicionamiento ácido: Son los más versátiles. Y por eso son considerados adhesivos del tipo multipropósito, ya que pueden usarse en prácticamente todas las situaciones (fig.41).

ADHESIVOS DE ACTIVACION DUAL CON ACONDICIONAMIENTO ÁCIDO TOTAL	ETAPAS	SOLVENTE	FLÚOR	RELLENO
ADPER SCOTCHBOND MULTIPROPÓSITO P.	1-(Ac) 2-(Pr A) 3-(Pr B) 4-(Bd A)(Bd B)	ETANOL		
ALL BOND 2	1-(Ac) 2-(Pr A)(Pr B) 3-(Bd A)(Bd B)	ACETONA/ETANOL		
BOND-IT ENAMEL DBS	1-(Ac) 2-(Pr A)(Pr B) 3-(Bd A)(Bd B)	ACETONA		
DENTASTIC ALL PURPOSE DAS	1-(Ac) 2-(Pr A)(Pr B) 3-(Bd A)(Bd B)	ACETONA		
DENTASTIC UNO DUO	1-(Ácido) 2-(Pr/Bd A)(Pr/Bd B)	ACETONA		
EXCITE DSC	1-(Ácido) 2-(Pr/Bd A)(Pr/Bd B)	ETANOL		0,5%
INTEGRABOND DUAL	1-(Ácido) 2-(Pr/Bd A)(Pr/Bd B)	ACETONA		
MATRIX CABRIO DUAL	1-(Ácido) 2-(Pr/Bd A)(Pr/Bd B)	ACETONA/ETANOL		
OPTIBOND SOLO PLUS + O.S.P ACTIVAT.	1-(Ácido) 2-(Pr/Bd A)(Pr/Bd B)	ETANOL	FLÚOR	15,0%
PRIME&BOND NT+ SELF CURE ACTIVAT.	1-(Ácido) 2-(Pr/Bd A)(Pr/Bd B)	ACETONA/ETANOL	FLÚOR	3,0%

Fig.41 Adhesivos de activación dual con acondicionamiento ácido total.(Ac) Acido; (Pr A) Primer A; (Pr B) Primer B; (Bd A) (Bd B) Bond A y Bond B mezclados y aplicados conjuntamente; (Pr/Bd A) (Pr/Bd) Primer y Bond A, mezclado con primer y Bond B y aplicados conjuntamente.

Adhesivos de activación dual que son autoacondicionadores: para cementación de postes radiculares, tenemos la seguridad de una eficiente polimerización a las partes profundas del conducto donde sería difícil llegar con la luz. En el caso de un conducto radicular, el uso de un adhesivo autoacondicionador tiene dos ventajas no debemos retirar el gel de ácido fosfórico de dentro del conducto; y la segunda el ácido fosfórico no penetre

por los conductos accesorios llegando al ligamento periodontal, y ocasionando reabsorción radicular (fig.42).

ADHESIVOS DE ACTIVACIÓN DUAL CON ACONDICIONADORES ÁCIDO TOTAL	ETAPAS	SOLVENTE	FLÚOR	RELLENO
CLEARFIL LINER BOND 2V	1- (Pr.Ac. A)(Pr.Ac. B) 2- (Bond A) (Bond B)	AGUA		10,0%
NRC + PRIME&BOND NT/SELF CURE ACTIVATOR	1- (Primer Ácido) 2- (Pr/Bd A)(Pr/Bd B)	ACETONA/ETANOL	FLÚOR	3,0%
OPTIBOND SOLO PLUS SELF ETCH PRIMER +OPTIBOND SOLO PLUS / OPTIBOND S. P. ACTIVATOR	1- (Primer Ácido) 2- (Pr/Bd A)(Pr/Bd B)	ETANOL	FLÚOR	15,0%

Fig. 42 Adhesivos de activación dual autocondicionadores (Pr. Ac A); (Pr.Ac. B) Primer ácido y Primer ácido B, mezclados y aplicados conjuntamente: (Pr/Bd A) (Pr/Bd B) Primer y Bond A y Primer y Bond B, mezclados y aplicados conjuntamente.

Capítulo 4 ADHESIÓN A SUPERFICIES NO DENTARIAS

La evolución de los sistemas adhesivos se ha desarrollado hasta lograr el grado de adhesión que se tiene actualmente al sustrato dentario, sin embargo, es necesaria también contar con métodos de unión que sean fiables a otros sustratos no dentarios como restauraciones indirectas, aparatos protésicos metálicos, cerámicos o poliméricos.⁶

4.1 Usos y aplicaciones

Una adhesión ideal requiere la aplicación de un sistema adhesivo que debe ser efectuada adecuadamente paso a paso :

- a) Se debe evitar la deshidratación de la dentina porque los componentes hidrófilos del adhesivo, funcionan mejor cuando la dentina esta húmeda pero no empapada.
- b) El sistema adhesivo debe ser aplicado en toda la superficie dentinaria para su correcta difusión e integración.
- c) Se recomienda aplicar dos ó más capas de primer o primer-adhesivo que pueden ser aspiradas entre capas pero nunca humedecida o lavada.
- d) El tiempo de acción de los primers varía de acuerdo con el fabricante y el tipo de solvente que utiliza el sistema adhesivo. Para que los fenómenos adhesivos sean efectivos, la imprimación de un primer en dentina debe demorar por lo menos de 20 a 40 segundos antes de su polimerización.
- e) Después de la espera, hay que eliminar los solventes aplicando aire al agente adhesivo. (por 2 ó 3 segundos.)
- f) Toda la superficie debe tener un brillo que significa que el adhesivo sello los microporos creados por el acondicionamiento ácido.
- g) En los agentes de tres frascos, se aplica primero el primer, el adhesivo y luego la resina de enlace o bond y polimerizar.

h) En los agentes de dos frascos, se aplica el primer, adhesivo y se polimeriza.

l) En los agentes de un solo frasco, se aplica una capa de la solución primer-adhesivo y se polimeriza. En algunos sistemas como el Single Bond (3M) indican polimerizar después de la aplicación de dos capas.

j) Los adhesivos que contienen solventes volátiles como la acetona y alcohol deben estar en envases herméticos y cerrados hasta el momento de su utilización para que no se evaporen. Agitar 30 segundos antes de su uso.

k) El profesional debe controlar la fecha de caducidad de los frascos y la evaporación de los solventes que produce un aumento de la viscosidad del material y la disminución de la fuerza adhesiva.

El espesor de la capa es de fundamental importancia para lograr unión a los tejidos dentinarios y al material resinoso. Esta se ve influida por un distinto vehículo en el adhesivo (acetona, alcohol etílico, agua, etanol-agua y sin solvente).^{2,6}

La aplicación clínica de los sistemas adhesivos se realiza en restauraciones directas, indirectas y en los dientes tratados endodónticamente

Un ejemplo de la secuencia de aplicación cerámicas es la siguiente (tomando en cuenta que la restauración a colocar ya ha sido acondicionada previamente):

- a) Preparación limpia con pasta (fig.43)(piedra pómez)
- b) Ácondicionamiento ácido (fig.44) con tiempo de aplicación máxima de 15 segundos.
- c) Lavado del ácido 30 segundos
- d) Remover el solvente con un chorro de aire
- e) Aplicar y fotopolimerizar adhesivo 10 segundos(fig.45,46)
- f) Mezclar pasta base y catalizadora y colocar el cemento dentro de la corona
- g) Retirar exceso de cemento(fig.47)

- h) Retirar hilo retractor
- i) Aplicar un gel hidrosoluble
- j) Fotopolimerizar 40 segundos por cara(fig.48)
- k) Aspecto final (fig.49).¹⁶



Fig. 43 Preparación con piedra pómez.



Fig. 44 Acondicionamiento ácido.



Fig. 45 Aplicación de adhesivo.

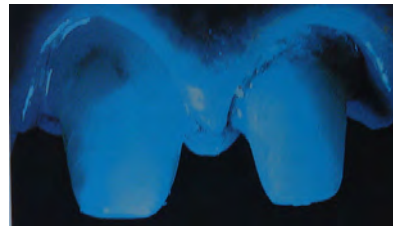


Fig. 46 Fotopolimerización en dos direcciones (palatina y vestibular).



Fig. 47 Colocación de cemento.

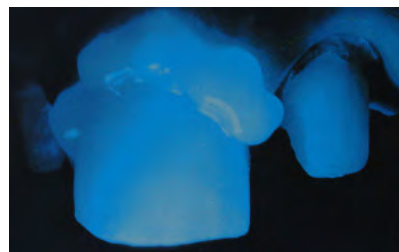


Fig.48 Fotopolimerización por 40 segundos.

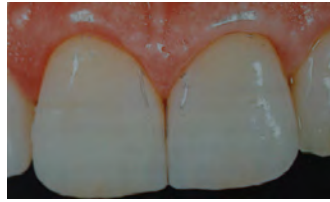


Fig. 49 Aspecto Final.

4.1.1 Adhesión a metal

Aunque se han intentado cambiar los materiales metálicos en la odontología restauradora es un hecho que son necesarios para ciertos procedimientos

Se utilizan en: restauraciones individuales tipo incrustación, núcleos o postes prefabricados y también prótesis fija convencional o tipo Maryland así como prótesis parcial removible de gran extensión.

Las aleaciones metálicas se pueden clasificar en dos grupos dependiendo de si son; aleaciones con contenido de metales nobles (oro, platino, paladio) y aleaciones no nobles (ni, cr, co). Estas presentan una mayor capacidad de reacción en su superficie lo que facilita el fenómeno adhesivo con otros sustratos.

La adhesión a estructuras metálicas y poliméricas, surge ante la necesidad de disponer de cementos adhesivos que permitan una unión resistente y duradera entre las restauraciones metálicas y el sustrato dentario.

Se han diseñado diferentes métodos para lograr unión entre el sustrato metálico y polimérico que incluyen una unión mecánica y química.

Mecánica. Subdividida en:

Macromecánica (crea formas de retención) y micromecánica (retenciones microscópicas por las que penetra el polímero) que deriva diversas técnicas como:

- a) Microabrasión. Donde se somete a la superficie metálica a la acción de partículas de óxido de aluminio proyectadas con aire a presión

b) Grabado electrolítico. Electrograbado ó grabado ácido de una estructura metálica que sea de metal no noble como sobre las que se construyen las prótesis Maryland. Consiste en conectar la estructura metálica a uno de las terminales metálicas de un dispositivo y sumergirla en una solución de ácido sulfúrico donde se pasa corriente eléctrica produciendo microretenciones.

Química. Adhesión por reacciones químicas sobre la superficie metálica. Algunas de estas técnicas se basan en el depósito y adhesión de una capa cerámica vítrea sobre el metal. Esta luego se trata con un agente de enlace del tipo vinil silanos que reacciona con el vidrio y las dobles ligaduras del material polimérico. En otros casos se utilizan primers con moléculas capaces de polimerizar-contienen silano- y de actuar con el metal. (Fig.50).⁶ Uno ejemplo en sus inicios seria Spectralink–Spectramat que fue simplificada con el sistema adhesivo a metal Targis link que contenía un primer que actúa durante 3 minutos después del arenado. Después se aplica el opaco y se procedía a la polimerización.^{6, 22}



Fig. 50 Aplicación del imprimador.

Los materiales especiales para la adhesión del metal son Panavia, C&B Metabond, All Bond, Tenure, e Infinity. Estos materiales combinados con el método micrograbado, de placas de estaño o de ambos, proporcionan una adherencia micromecánica-química de extraordinaria fuerza similar a la que

se consiguen en la adhesión de las resinas de compuesto al esmalte grabado con ácido fosfórico.²⁴

Panavia contiene la formulación 4-META (4 metil-oil-oxi-etil-trimelitato-anhidrido) patentada en Japón en 1982 y se encuentra en numerosos productos de sistemas adhesivos contemporáneos.

All-Bond .Sistema adhesivo de la compañía Bisco activo en superficies metálicas .satisfactorio sobre superficies arenadas en la preparación del sustrato se utiliza un imprimador BPDM (Bifenil-di-Metacrilato).Utiliza un sistema de imprimadores: primer A-de NTG-GMA en vehículo de acetona y etanol; Primer B –con BPDM, para preparar la superficie metálica.⁶

4.1.2 Adhesión a porcelana

La porcelana odontológica convencional es una cerámica vitrificada, que tiene como principales componentes químicos, minerales, cristalinos tales como feldespato, cuarzo, alúmina (óxido de aluminio) y a veces caolín en una matriz vitrificada. Las proporciones varían con el tipo de porcelana⁴.

La evolución de los sistemas adhesivos en especial de los agentes resinosos, y de las cerámicas odontológicas permitió técnicas mínimamente invasivas en la odontología restauradora. La adhesión al sustrato cerámico dependerá fundamentalmente de la composición química de la cerámica y de sus propiedades físicas, es decir, los elementos químicos que la constituyen definen el modo de tratamiento más eficiente desde el punto de vista adhesivo.

Desde que la cerámica comenzó a utilizarse en odontología para la elaboración de dientes artificiales utilizados en prótesis totales y parciales, la industria desarrollo diferentes productos derivados que pueden aplicarse en la restauración parcial de dientes (inlays, onlays y laminados), en la obtención de coronas totales (metalocerámicas, ceramo-cerámicas sin

metal), en prótesis fija anteriores y posteriores y en prótesis sobre implantes.²⁵

Esto ha impulsado el desarrollo de técnicas de preparación de superficies que permitan un buen anclaje de los sistemas cementantes adhesivos, además del tratamiento requerido en los casos de fallas y fracturas de cerámica adherida a metal para poder repararlas.

Métodos de adhesión de polímeros a porcelana Dental:

a) Microarenado. El microarenado con oxido de aluminio (fig.51) se constituye en una técnica indispensable dentro del tratamiento de superficie, ya que permite lograr microporosidades apta para la retención micromecánica de las fórmulas cementantes.



Fig. 51 Microarenado de consultorio.

b) Grabado químico: La técnica de grabado ácido en combinación con la de microarenado fue introducida en los '80 para el tratamiento de superficie de las carillas laminadas en cerámica para lograr una retención efectiva con materiales cementantes. El ácido capaz de atacar la superficie vítrea cerámica es el gel fluorhídrico. Frecuentemente se presenta en forma coloreada y en una concentración de 9.5% .Su efecto al cabo de 1 a 3 minutos es el de producir irregularidades, poros y canales, aptos para la retención micromecánica (fig.52).

Una novedosa opción simplificada para acondicionar la superficie cerámica se encuentra en el mercado desde el año 2000, cuando la firma J.Morita dio a conocer su producto Tokuso Ceramic Primer, que integra el avío del cemento resinoso Bistite II DC, el cual está indicado para cementaciones adhesivas de cerámica y metal, y también para utilizarla asociado a amalgamas. La simplificación consiste en que el primer en un solo paso graba la cerámica y le incorpora el agente de enlace silano, sin necesidad de lavar y luego secar la superficie. De esta manera además de disminuir los pasos, con la consecuente reducción de tiempo clínico, prácticamente elimina los riesgos de toxicidad y efectos cáusticos del ácido fluorhídrico.

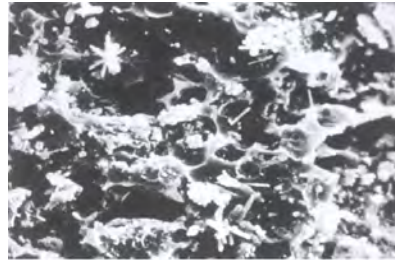


Fig. 52 Efecto del grabado ácido en una cerámica VMK de Vita.

Unión Química. La retención micromecánica puede no ser suficiente para una efectiva adhesión y se ha estudiado el efecto de imprimadores con agentes de enlace de vinil silano (fig.53).

El mecanismo para adhesión química entre polímeros y estructuras cerámicas es empleado para lograr un refuerzo efectivo en resinas compuestas, esto es mediante el tratamiento de la fase cerámica⁶.



Fig. 53 Imprimadores para cerámica

El tratamiento de la superficie interna de la pieza protética es el:

- a) Acondicionamiento con ácido fluorhídrico del 7 al 10 % durante 4 minutos (solo en superficie interna) para promover aumento de las microrretenciones. Este ácido actúa en la porción vítrea de la porcelana. Después del acondicionamiento, sigue la limpieza abundante con agua corriente y posterior secado con aire.
- b) Aplicación de chorro de óxido de aluminio 50 μm con 1 Bar de presión durante 5 segundos, en promedio remueve residuos de la faz interna de la pieza protética y promueve microrretenciones para la formación de porosidades que ayudan en el entrelazado del sistema adhesivo.
- c) Aplicación del agente de silanización que reacciona con la porción cristalina de la porcelana y con la porción orgánica del cemento resinoso actuando en el enlace químico entre las estructuras.

Después de esto se procede a la cementación resinosa.

El método de tratamiento de los elementos dentarios que recibirá la restauración:

- a) Limpieza del diente con piedra pómez y agua; limpiar, secar sin deshidratar la dentina y aplicación del agente desinfectante.
- b) Acondicionamiento del esmalte y de la dentina con ácido fosfórico al 37% por 15 segundos. (excepción de los sistemas adhesivos que presenten primers con monómero ácido).
- c) Aplicación del adhesivo (si el adhesivo es dual no debe ser fotopolimerizado) según las instrucciones por el fabricante
- d) Selección del sistema de cementación final, respetando las características individuales de cada material restaurador indicado y siguiendo rigurosamente las instrucciones dadas por los fabricantes.⁴

Comercialmente se encuentran sistemas adhesivos completos para la reparación de porcelana. Algunos de los más destacados serían:

-
- a. Clearfil porcelain repair kit (Kuraray): Contiene: gel de ácido fosfórico. Limpiador ; Clearfil SE Bond primer, Clearfil SE Bond.
- b. Ceramic repair (Ivoclar Vivadent): Incluye: Total – etch .Ácido fosfórico al 37%, Monobond S Silano.
- c. Porcelain repair kit (Ultradent). contiene: Porcelain etch, gel HF previa arenación, etch arrest (para neutralizar) posteriormente se aplica el silano y adhesivo, y se completa con resina compuesta Vitalessence.
- d. Voco⁶

4.1.3 Adhesión a cerómeros

Los cerómeros (ceramic-optimized-polymer). También denominados “segunda generación de resinas” o también llamados “polividrios” son materiales que surgen en la segunda mitad de los 90 son descritos como materiales híbridos de compuesto que contienen partículas cerámicas finas tridimensionales homogéneas y de tamaño submicroscópico mezcladas con una matriz orgánica mejorada la cual tiene un alto potencial de polimerizar con luz y calor.⁵

Su utilidad en odontología es en:

- Incrustaciones inlay/onlay
- Coronas
- Puentes con estructura metálica
- Coronas y puentes posteriores reforzados con fibra.

La diferencia entre los cerómeros y las resinas compuestas convencionales, esta en la composición (fig. 54) y método de curado .³

PRODUCTO	FABRICANTE	COMPOSICIÓN	PARTÍCULAS (peso)	PARTÍCULAS (tamaño μ)
Artglass	Heraeus/Kulzer	Vidrio orgánico	75	0,7
belleGlass HP	Belle St Claire/Kerr	Vidrio de borosilicato	74	0,6
Concept	Ivoclar/Vivadent	Fibras de vidrio	78	0,7
Sculpture/Fiberkor	Ivoclar-Williams	Vapor de sílice-vidrio de bario	77,5	0,6
Targis/Vectris	Jeneric/Pentron	Fibra reforzada	78	0,7
Sinfony	ESPE	Vidrio de borosilicato de Al y estroncio	50	0,5 a 0,7

Fig. 54 Cerómeros para confección de prótesis.

En su condición de composites deben ser cementados con “cementos resinosos” estos se clasifican de acuerdo al tamaño de partícula (micropartículas, partículas híbridas) y de acuerdo al mecanismo de polimerización (foto, auto o dual). Los empaques comerciales de estos materiales contienen el cemento, así como su sistema adhesivo a esmalte y dentina. Para el tratamiento de la superficie interna se realiza una preparación mecánica y una limpieza físico-química de estas superficies.

La preparación mecánica se realiza con un bombardeo de óxido de aluminio de 50 micras de diámetro a una presión de 60 -80 libras por pulgadas cuadradas. El impacto de la arena es por 6 segundos. Luego se lava y se seca.

Más tarde se aplica ácido (fosfórico o fluorhídrico) en la superficie en cuestión para limpiarla y prepararla para la cementación. El ácido fosfórico (30 -40%) solo limpia la superficie, mientras que el fluorhídrico graba los rellenos cerámicos del material para permitir unirlos con el adhesivo a la carga mineral de cerómeros.

Grabada la incrustación colocaremos el silano (primer cerámico) para generar una unión química a los refuerzos y por el otro lado al adhesivo propiamente dicho. Después de silanizar colocamos la unión. El silano debe dejarse actuar por dos minutos sobre la superficie que interesa. Por su parte

el diente (esmalte y dentina) es preparado para la adhesión siguiendo el protocolo clínico de adhesión a esmalte dentina.

Algunas presentaciones de adhesivos se muestran a continuación (fig.55, 56).⁵



Fig. 55 Cemento a base de resina con su sistema de adhesión.



Fig. 56 Cemento resinoso que libera flúor (contiene su sistema adhesivo).

4.1.4 Adhesión a fibra de vidrio

Hoy en día los adhesivos son materiales indispensables para casi todos los procedimientos restauradores uno de sus ejemplos son en cementaciones de postes radiculares de fibra de vidrio.²⁶

Estos adhesivos, en teoría, dan la posibilidad de obtener una retención micromecánica dentro del conductor radicular y reforzar el remanente dentario, puesto que permitiría una integración estructural ente el diente y el poste. Diferentes estudios al microscopio electrónico de barrido (MEB) han demostrado la formación de capa híbrida y tags de resina en la dentina radicular, cuando se aplican sistemas adhesivos dentro del conducto tratado endodónticamente.²⁷

Los pernos reforzados con fibra de vidrio han propuesto un nuevo concepto o sistema restaurador que constituyen un complejo estructural y mecánicamente homogéneo. Las cargas funcionales sobre las prótesis son absorbidas de igual forma que sobre un diente íntegro.

La composición de los pernos es una matriz de resina que contiene diferentes tipos de fibras de refuerzo. Esta matriz esta constituida en la mayor parte de los pernos por una resina epoxi o por sus derivados y, en algunos, por radiopacadores. La resina epoxica se une mediante radicales libres comunes a la resina BIS-GMA.

Sistemas adhesivos. Estos sistemas de adhesión disponibles en la actualidad se han probado al menos en los conductos radiculares, si bien su uso en el espacio endodóncico sigue siendo, seguramente el más desfavorable desde el punto de vista clínico. Los sistemas adhesivos indicados para el cementado adhesivo de pernos de fibra son los mismos que tienen indicaciones clínicas en técnica de reconstrucción adhesivas directas e indirectas.

A principios de 1990 ,los sistemas adhesivos más utilizados en los conductos radiculares eran All Bond 2(Bisco),Scotchbond Multipurpose Plus(3M) y Panavia (Kuraray). Los pernos de fibra se encuentran frente a dos filosofías adhesivas diferentes ,una basada en el acondicionamiento acido de la dentina mediante la aplicación de ácido ortofosfórico con la aplicación posterior de acondicionador y bonding y la otra basada en el uso de un acondicionador de autograbado .

La adhesión en los conductos radiculares es, probablemente la situación más problemática para el uso clínico de los modernos sistemas adhesivos amelodentarios.

Aquellos que deseen utilizar un sistema de autograbado en el interior de los conductos radiculares conozcan su grado de agresividad dentinaria y tengan presente que alguno de ellos, como por ejemplo los sistemas all-in-one, todavía no están indicados por los fabricantes para las técnicas de cementado debido a que no polimerizan en contacto con cementos de resina por incompatibilidad de sus respectivos catalizadores químicos.

Los sistemas adhesivos que prevén el uso de un ácido fosfórico tradicional es decir, en tres fases (All-Bond 2 y Scotchbond Multipurpose Plus),pueden

ser autoactivantes y por tanto, autopolimerizables. Recientemente se ha presentado un sistema adhesivo one bottle en forma polimerizable (Excite LC) y autopolimerizable (Excite DSC) y esta última fórmula se ha indicado de manera específica para el cementado de restauraciones indirectas (coronas, incrustaciones y pernos).²⁶

Los postes intrarradiculares de fibra de vidrio tienen la indicación preferentemente de ser cementados con fórmulas de resinas adhesivas de curado químico. Por su naturaleza polimérica de estos postes se puede especular con la generación de uniones de tipo cohesivo-adhesivo.⁶

En un estudio realizado por Valenzuela y Zamorano en el que utilizaron postes de fibra de vidrio y técnicas de polimerización de autocurado y fotocurado, no se detectaron diferencias importantes en la capa híbrida intraconducto y tags de resina al interior del conducto.²⁷

CONCLUSIONES

Una evolución nace de la necesidad de adaptación al medio. Así los sistemas adhesivos que nacieron como una fase intermedia entre diente y restauración evolucionaron para lograr una íntima unión al órgano dentario.

Desde que surgieron, revolucionaron la odontología restauradora modificando las extensas preparaciones cavitarias, conservando mayor tejido dental. Sin embargo la unión lograda en esmalte desde el inicio no fue igual en dentina lo que impulsó al desarrollo de ésta fase orgánica del diente con mecanismos que van desde variar en sus componentes químicos hasta la técnica de grabado, cambiando de múltiples pasos a uno solo logrando así la adaptación a este medio (dentina) surgiendo así las denominadas “generaciones de sistemas adhesivos” continuada una detrás de otra tratando de marcar una diferencia entre ellas. Y además con una mayor biocompatibilidad y una reducción significativa de la sensibilidad en la técnica asociada con los actuales sistemas adhesivos y con los agentes de unión a dentina y esmalte, se han disminuido microfiltraciones y se ha aumentando la adhesión a restauraciones llamadas “free metal”.

Los sistemas de autograbado son muy efectivos aplicando las técnicas adecuadas y siguiendo las instrucciones del fabricante, son alternativas para las restauraciones adhesivas, ya que reflejan valores de adhesión similares a los que se obtienen con sistemas de adhesión convencionales, logrando una verdadera unión a nivel de capa híbrida, ya que acondiciona y difunde el primer en los tejidos dentarios al mismo tiempo, disminuyendo los espacios vacíos en esta interfase, por lo tanto son más eficaces a nivel de dentina.

Aunque al incluir al “smear layer” o capa de barrillo sus tags de resina son más cortos.

Aún así, los sistemas autoacondicionadores que se complementan con previo grabado de esmalte con ácido fosfórico exhiben mayor fuerza de adhesión.

Estos sistemas adhesivos reducen tiempo en la aplicación y son menos sensibles a la técnica.

Los sistemas adhesivos convencionales siguen teniendo una gran aceptación a pesar del número de pasos que conlleva un grabado a esmalte-dentina mecanismo que asegura una completa unión al sustrato dentario. (Grabado Total), porque logran una mayor fuerza de adhesión a esmalte.

Los estudios han mostrado que los adhesivos que contienen cantidades más altas de grupos ácidos como son los autoacondicionadores son susceptibles al incremento de sorción de agua, una preocupación respecto a la durabilidad a largo plazo.

Ambos sistemas adhesivos han logrado una unión eficiente a otros sustratos como los metales, las cerámicas y los polímeros.

En la cementación de postes intrarradiculares los adhesivos de elección son los autoacondicionadores de activación dual, debido a sus efectos en dentina y la profundidad que tendría que atravesar la luz para la polimerización, siendo importante también la fuente de luz a utilizar.

Finalmente la selección del sistema adhesivo debe basarse ante todo en el dominio que el dentista tiene de la técnica adhesiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.-Della A. Adhesión a las cerámicas: Evidencias científicas para el uso clínico. Brasil: Editorial. Artes médicas Latinoamericanas, 2009. Pp. 94-95
- 2.-Steenbercker O. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética y adhesiva. Chile: editorial Universidad de Valparaíso. Chile, 2006. Pp. 285-355
- 3.-Cova J. L .Biomateriales Dentales. 2a.ed. Venezuela: Editorial Amolca. 2010. Pp. 193 – 211.
- 4.- Bottino M.A. Estética en Rehabilitación Oral Metal Free. 1a.ed. Brasil: editorial Artes Médicas Latinoamericanas, 2001.Pp 27-43.
- 5.- Joubert R.Odontología Adhesiva y Estética. Madrid: Editorial Ripano, 2010 .Pp. 21-38
- 6.-Henostroza G .Adhesión en Odontología Restauradora. 3 ed.Brasil: editorial Maio ,2003.Pp17-258.
- 7.- Rovira M. Lámparas de fotopolimerización: Estado actual. Rev Oper Dent Endod 2006; 5:29
http://www.infomed.es/rode/index.php?option=com_content&task=view&id=67&Itemid=32
- 8.-Gómez de Ferraris M. E., Campos Muñoz Antonio. Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental. 3ª edición. México D.F. Editorial Panamericana. 2009. Pp 257-298.



9-Ponce A., Rondon M.C.

http://www.javeriana.edu.co/academiapgendodoncia/art_revision/revision_2006/i_a_revision21.html

10.-Guzmán H. J. Biomateriales odontológicos de uso clínico.4a.ed.Bogotá: Editorial Ecoe, 2007 Pp 251-25

11.-Ihab I,Dina E,Mai Y. Effect of EDTA and Phosphoric Acid Pretreatment on the Bonding Effectiveness of Self-Etch Adhesives to Ground Enamel. European J. Dent. 2010, 4:418-428.

12.- Buonocore M. G. "A simple method of increasing the adhesión of acrylic filling materials to enamel surfaces" J Dental Reserch 1955 34:849-53.

13.- Kenshima S. , Francci C., Reis A., Dourado L., Alessandro, Rodrigues E. Filho L. Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. J. of Dentistry 2006, 34: 775-783

14.- Schidseder J. Atlas de Odontologia Estética. España: Editorial Masson, 1999.Pp106-111.

15.-Carlos S. Capa híbrida. Rev. ADM. Septiembre Octubre 2005; 63(5) PP. 181-184.

16.-Bottino M. A. Odontología Estetica: Nuevas tendencias 1.San Pablo, Brasil: editorial Artes Médicas Latinoamericanas, 2008. Pp .18-39.

17.- Alves C., Rielson J. Estética dental: nueva generación. San Pablo, Brasil: Artes Médicas Latinoamericanas 2003 Pp, 19-21.

18. - Yassen SM.Comparative Evaluation of shear bond strenght of two self-etching adhesives(sixth and seventh generation)on dentin of prymaria and



permanent teeth :An in vitro study .J.Indian Soc Pedod Prevent Dent.Jan-Mar2009;27:33-38

19.-Knobloch L. Galey D.Shereen A,William J.,Clelland N.,Kerby R. Bond Strengths of one-and two-step self-etch adhesive systems. J. Prosthet Dent 2007,97:216-22

20.-Baratieri, L.N.Restauraciones directas en dientes anteriores fracturados.2a ed.Brasil: editorial Amolca,2004.Pp 68-69.

21.-Salazar A. Odontología Estética. Brasil: editorial artes medicas latinoamericanas,2009 Pp16-25.

22.-http://www.dentaladvisor.com/publications/the-dental-advisor/issue_pdfs/spanish/vol-23-no-08-spanish.pdf

23.-VanLanduyt K.L., Peumans M.,DeMunck J, Lambrechts P., VanMeerbeek B.Extension of a one-stepself-etch adhesive into a multi-step adhesive.Dent.Mat.,2006,22:533-544.

24.-Ronald E.Jordan .Grabado compuesto estético técnicas y materiales. 2° ed.: editorial Mosby/Doyma libros, 1994 Pp.270-276.

25.-Bottino M.A. Antonio.Protesis 2 Nuevas tendencias.San Pablo, Brasil: Ed.Artes Medicas Latinoamericanas ,2008.Pp 263 -266.

26.-Scotti R., Ferrari M. Pernos de fibra: Bases y aplicaciones clínicas. Barcelona España: editorial Masson ,2004 .Pp 25-69.

27.-Valenzuela V, Zamorano X, Wagner S. Tapia J.R. Formación de capa hibrida al cementar postes metálicos y de fibra de vidrio en dientes tratados endodónticamente.Av.Odontoestomatol. marz-abr. 2010,26(2):97-105.