



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**SISTEMAS ADHESIVOS EN ODONTOLOGÍA
RESTAURADORA**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A :

DAYSY PANTALEÓN SÁNCHEZ

DIRECTORA: C. D. MARÍA DEL CARMEN LÓPEZ TORRES

ASESOR: C. D. MÁXIMO ZÁRATE PÉREZ

MÉXICO D. F.

2006



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.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
--------------------------	----------

CAPÍTULO I

RESEÑA HISTÓRICA.....	7
------------------------------	----------

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS DE ADHESIÓN.....	13
-------------------------------------	-----------

2.1 Adhesión.....	13
-------------------	----

2.2 Cohesión.....	14
-------------------	----

2.3 Energía y tensión superficial.....	15
--	----

2.4 Capilaridad.....	16
----------------------	----

2.5 Tixotropismo.....	16
-----------------------	----

2.6 Mojamiento.....	17
---------------------	----

2.7 Adsorción, absorción y sorción.....	18
---	----

2.8 Factores requeridos en la superficie del diente.....	18
--	----

CAPÍTULO III

ADHESIÓN A LAS ESTRUCTURAS DENTALES.....	20
3.1 Importancia del sustrato adherente.....	20
3.2 Esmalte.....	20
3.3 Adhesión al esmalte.....	23
3.4 Dentina.....	24
3.5 Formación de smear – layer.....	25
3.6 Adhesión a la dentina.....	26

CAPÍTULO IV

GRABADO ÁCIDO.....	31
4.1 Tipos de ácidos y concentración	31
4.2 Efectos de los ácidos sobre el esmalte y la dentina.....	33
4.3 Técnica de grabado ácido.....	37

CAPÍTULO V

SISTEMAS ADHESIVOS.....	38
5.1 Clasificación de los adhesivos.....	39
5.2 Composición de los sistemas adhesivos.....	48

5.3 Sistemas adhesivos dual.....	54
5.4 Adhesivos para amalgama.....	56
5.5 Desensibilizadores	58
5.6 Aplicaciones clínicas de los sistemas adhesivos.....	60
5.7 Procedimientos clínicos.....	61

CAPÍTULO VI

REPERCUSIONES CLÍNICAS DE LA ADHESIÓN DENTINARIA.....	64
6.1 Retracción de polimerización.....	64
6.2 Estanquidad.....	64
6.3 Repercusiones biológicas.....	64
6.4 Sensibilidad pos operatoria.....	65
6.5 Problemas de la zona cervical.....	65
CONCLUSIONES	66
BIBLIOGRAFÍA.....	67

INTRODUCCIÓN

La preservación de la mayor cantidad de estructura dental, es el principal objetivo de la Odontología Restauradora. En la actualidad existe una mayor demanda de los pacientes por las restauraciones estéticas, así mismo la evolución de los materiales restauradores y adhesivos han logrado estos propósitos. Un material restaurador ideal, a parte de ser estético, debe poseer propiedades adhesivas ya que la unión óptima de este con la estructura dental van a conformar un solo cuerpo con la utilización de adhesivos dentinarios, lo cual nos va a permitir conservar mayor cantidad de estructura dental.

Es importante saber como se lleva a cabo la unión de los sistemas adhesivos dentinarios, por lo tanto debemos tener presentes las características que deben tener tanto la superficie adherente, que en este caso es el diente, como el adhesivo, para esto debemos tener conocimiento de las características morfológicas de la composición y el comportamiento del sustrato: esmalte y la dentina.

El esmalte contiene cerca de 98 % de mineral y es una estructura homogénea pero la fuerza de adhesión se ve disminuida por la presencia de una película orgánica en el medio oral, en la dentina va a resultar difícil la unión, ya que tiene un porcentaje volumétrico de componente inorgánico del 50% aprox., el resto del volumen esta constituido fundamentalmente por agua y colágeno, además al realizar la preparación en el diente, queda alterada la superficie por la presencia de barrillo dentinario (smear – layer). Debido a que la superficie del sustrato no es apta para obtener una adecuada adhesión, esta es expuesta al grabado con ácidos para modificarla y el adhesivo pueda penetrar por las microporosidades, aumentando la fuerza de adhesión del material restaurador con el diente.

Desde 1955 Michael Buonocore, descubrió que la resina auto- polmerizable de dimetacrilato de metilo se podía adherir a la estructura dental, desde entonces se presentaron avances significativos y constantes en la odontología adhesiva, permitiendo ampliar nuestras posibilidades de tratamiento realizando restauraciones adhesivas directas o indirectas uniendo materiales

restauradores a piezas dentales y también facilitando la protección del complejo dentino-pulpar.

Los sistemas adhesivos contemporáneos son la resultante de continuos esfuerzos de investigación, buscando una mayor biocompatibilidad, reducir la sensibilidad a la técnica asociada con los actuales sistemas y disminuir el tiempo de trabajo.

Uno de los objetivos evidentes de los fabricantes es desarrollar un material adhesivo que se una a la dentina por lo menos con la misma fuerza con que la resina se une al esmalte grabado. Así mismo se debe saber tanto del uso adecuado de los ácidos grabadores como de los adhesivos, ya que la manipulación inadecuada de cualquiera de estos puede provocar fracaso en la adhesión al diente, así como alteración en la estructura dental, provocando reincidencia de caries, dolor postoperatorio, manchas marginales, desmineralización innecesaria de las estructuras adyacentes, afectación pulpar, etc.

De esta forma, se obtendrá un máximo de eficacia de los materiales adhesivos disponibles utilizándolos de forma racional.

CAPÍTULO I

RESEÑA HISTÓRICA.

En 1949, se inician las investigaciones de las primeras formulaciones de los sistemas adhesivos; Hagger, sintetizó una resina acrílica, el servitrón, y un sistema adhesivo (servitron cavity seal). De acuerdo con Mc Lean este primer sistema adhesivo es un ácido glicerofosfórico – dimetacrilato, en el cual la unión se logra mediante los grupos fosfóricos.⁷

En 1955, MICHAEL BUONOCORE publicó un artículo titulado “Un método simple para mejorar la adhesión de resinas acrílicas a la superficie del esmalte” en el cual menciona que la resina auto - polimerizable metacrilato de metilo podía ser unida al esmalte de incisivos humanos, aunque la resina acrílica no fuese adhesiva, podía ser unida al esmalte después de que se haya acondicionado químicamente. El ácido fosfórico era el agente de elección, siendo aplicado a la superficie del esmalte por 30 segundos, en una concentración de 85% y subsecuentemente lavado con agua, se formarían microporosidades en la superficie, las cuales permitirían la penetración de resinas acrílicas, que se encajarían en las microporosidades creadas, promoviendo una fuerte unión mecánica. El mecanismo micromecánico por el cual las resinas se adhieren fue descrito por GWINNETT y BUONOCORE y complementado por GWINNETT y MATSUI los cuales detallaron la micromorfología de la interfase resina y esmalte. Cuando ocurre el acondicionamiento ácido del esmalte, este es tratado con un agente químico acondicionador el cual remueve aprox., 20 - 25 micrometros de superficie, selectivamente disolviendo las terminaciones de los prismas del esmalte. Esta disolución del componente inorgánico genera una superficie porosa de diferentes profundidades, las cuales actúan como un sistema de canales en que un material resinoso poco viscoso puede fluir, juntándose y promoviendo una unión mecánica efectiva.⁶

El simple hecho de acondicionar la superficie con un agente ácido aumenta la reactividad superficial, facilitando una interacción óptima con los materiales como observado "in vivo" por JENDRESEN & GLANTZ, que reportan aumento de la tensión superficial después del acondicionamiento del esmalte.

Es importante resaltar que una superficie tan reactiva necesita estar bien protegida de contaminación durante la fase inicial del procedimiento de adhesión, la saliva por ejemplo, contiene proteínas que absorbe el esmalte acondicionado, reduciendo significativamente la penetración resinosa.¹¹ Después de la desmineralización superficial del esmalte, la resina, además de ocupar las porosidades del tejido, también encapsula los cristallitos sobrantes, protegiéndolos contra una futura disolución, es decir, después de la polimerización de la resina infiltrada ocurre la formación de un composite esmalte / resina /sustrato, que sirve a dos funciones; primero, sella y protege el esmalte externo con el cual esta en contacto, segundo la presión micromecánica de la resina actúa como un importante mecanismo para retener la masa (mayor volumen) de resina existente encima del esmalte y con el cual la resina se hace continua, la porción de resina que ocupa porosidades dentro del esmalte es denominada como "TAGS" (prolongamientos retentivos).⁶

En 1959, Bowen, patenta la formula de resinas compuestas basada en el Bis-GMA.⁷

En 1965, Bowen sintetiza un comómero de alto efecto superficial: N- fenil – glicine Glicidil- metacrilato (NPG-GMA); este sistema adhesivo potencial de quelación al calcio dentario, poseía bajo valor de resistencia adhesiva (2Mpa). A partir de la síntesis de NPG-GMA (N- fenil glicina y glicilmetacrilato) realizada por Bowen (1965), se considera como la primera generación de adhesivos.⁷ Su fuerza de adhesión al esmalte era alta, su adhesión a la dentina era baja, no mayor a los 2MPa. La unión se efectuaba por quelación del agente adhesivo con el calcio componente de la dentina.¹³

Al comienzo de los 80 se desarrolló una 2a generación. Adhesivos como Scotchbond dual, Dentin Bonding Agent, Creation Bonding Agent, Dentin-

Adhesive, Bondlite y Prisma Universal Bond eran ésteres halofosfóricos de Bis- GMA diseñados para formar una unión fosfato calcio.⁴ Basados en la química de los grupos fosfato sobre el calcio. Los grupos halofosfóricos incluidos en resina de Bis – GMA sin carga pierden su capacidad adhesiva en corto tiempo por hidrólisis. Su fuerza adhesiva era por debajo de los 10 Mpa., no soportan la contracción por polimerización, ocasionando filtración marginal. En 1989 aparece una tercera generación de adhesivos, su acción es modificar o eliminar la capa de desechos dentinales (smear – layer). Productos como Scotch bond 2, Gluma, Prisma Universal Bond 3, Syntac y XR Bond. Sistemas de doble componente: iniciador (*primer*) y adhesivo, se utilizan los primer's o imprimadores los cuales van a penetrar la capa de desechos y otros agentes acondicionadores: oxalatos, ácido nítrico, EDTA, glutaraldehído. Su fuerza de unión es de 8- 15 Mpa.⁷

En 1979, Fusayama y colaboradores, proponen el concepto de acondicionamiento total, aliado a la hibridación de la dentina propuesta por Nakabayashi en 1982, acondicionaron la dentina con ácido cítrico al 10% y al 3% de clorato de hierro durante 30 segundos, este procedimiento removió la smear layer y los smear plugs, dejando expuesta la red de fibras colágenas de la dentina intertubular.

Este mecanismo de adhesión constituyó la base para los sistemas adhesivos de 4ª generación, en estos adhesivos se encontraron valores de hasta 25 Mpa.⁴, con características de unión a sustratos, tanto esmalte como dentina, poseen en su composición los siguientes elementos.

Agentes de unión – BONDING AGENTS. La composición de los agentes de unión tradicionales, fundamentalmente es la misma de la fracción orgánica de la resina compuesta, pero sin carga o con cargas de vidrio menor. La presentación inicial es en dos frascos con resina líquida, en uno viene el iniciador (peróxido de benzoilo) y en el otro el activador. Se dispersa una gota de cada uno y se aplican con un pincel en una capa delgada sobre el sustrato dentario, fueron muy populares hasta hace poco resinas como Adaptic, Concise, Nuva –fil, Silar. Las resinas líquidas demuestran buena efectividad en

el sellado marginal de la restauración, cuando existe esmalte circundante, sin embargo sobre dentina o cemento radicular son inefectivas por ser hidrófobas.

Imprimadores. Los estudios de Farley y colaboradores desarrollaron un nuevo grupo de agentes de unión denominados imprimadores (primer's). Poseen grupos químicos activos incorporados dentro de un vehículo de resina líquida que permite cierto tipo de reacción química con el sustrato dentario para lograr la adhesión, retención y sellado, sin depender exclusivamente de la microporosidad. Su aplicación es efectiva sobre dentina.

Dentro del grupo de imprimadores de acuerdo con los grupos químicos se han utilizado los siguientes:

Derivados del N – Fenil – Glicine y el NPG – G.M.A., propuesto por Bowen, y de efecto quelante al calcio.

Derivados de fosfonatos, quizás los más populares.

El doctor Takao Fusayama en su texto Nuevos Conceptos en Odontología Operatoria, describe la resina compuesta Clear-Fil-Bond System F, la cual viene provista de un agente imprimador cuyo líquido universal es una solución etanol de aminas como agente activador.

El líquido catalizador es un compómero de BIS – GMA, incorporado con peróxido de benzoilo y un éster ortofosfórico; la mezcla de los dos en partes iguales, se pinta sobre el esmalte o dentina en una capa delgada. De acuerdo con Fusayama este imprimador solo penetra la microporosidad del esmalte logrando la unión mecánica, posee una alta actividad química de atracción tanto a esmalte como a dentina; logrando esta unión no son necesarias retenciones adicionales y es posible conservar al máximo el tejido dentario.

Vehículo. El tipo de vehículo generalmente utilizado en los diferentes productos comerciales puede ser: agua, etanol o acetona.

Los primer's o promotores de la adhesión hidrofílicos se basan químicamente en los siguientes grupos.

Grupo de moléculas poliméricas adhesivas. Generalmente hidrofóbicas, en su mayoría con base a la molécula de BIS- GMA.

Grupos químicos para la polimerización, o reacción química: diquetonas, canforoquinonas, e iniciadores químicos.

Carga inorgánica algunos sistemas adhesivos incorporan vidrios en su composición con el fin de disminuir la contracción de polimerización, aumentar la resistencia y otorgar un efecto anticariogénico.⁷



Adhesivos de 4a generación.

Sistemas adhesivos de 5ª generación. 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, adecuada para todos los procedimientos dentales (excepto en conjunción con cementos de resina autocurable).

Los agentes de unión de la 5ª generación fáciles de usar, son adhesivos 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 post operatoria ha sido reducida con estos adhesivos.¹³

Con el fin de eliminar el paso del grabado ácido, o de incluirlo químicamente dentro de alguno de los otros pasos, surge la 6ª generación de adhesivos, estos no requieren de grabado, al menos en la superficie de la dentina. Si bien esta generación no está aceptada universalmente, hay un número de adhesivos dentales presentados en el año 2000 en adelante, que están diseñados específicamente para eliminar el paso de grabado. Estos productos tienen un acondicionador de la dentina entre sus componentes; el tratamiento ácido de la dentina se autolimita y los productos del proceso se incorporan permanentemente a la interfase restauración-diente, la adhesión a la dentina es de 18 a 23 Mpa, y se sostiene con el transcurso del tiempo, mientras que la adhesión al esmalte no grabado ni preparado es la que está en entredicho.

La 7ª generación, simplifica los materiales de la 6ª generación reduciéndolos a un sistema de un solo componente y un solo frasco. Tanto los adhesivos de la 6ª como los de la 7ª generación ofrecen el auto grabado y el auto iniciado.¹³

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTOS DE ADHESIÓN

La unión íntima óptima que debe de existir entre el tejido dentario y la restauración, va a permitir que se forme un solo cuerpo, que no tendrá defectos en la interfase, por consiguiente, no permitirá la percolación o infiltración marginal; no existirá la posibilidad de irritación dentino – pulpar por causa de fluidos o microorganismos que ingresen entre los espacios creados entre la restauración y el tejido dentario y, finalmente, no existirá la posibilidad de presentación de caries recurrente. Para entender mejor dicha unión entre el diente y la restauración es importante considerar los fenómenos que se llevan a cabo.

2.1 Adhesión

Del latín: Adhesión, adhaesionis, que significa adherencia, unión; unirse una superficie a otra.⁷ La adhesión se da cuando dos sustancias diferentes, al ponerse en contacto, se unen debido a fuerzas de atracción interfaciales.⁷, las cuales pueden ser de valencia primaria (químicas), acompañadas con frecuencia de enlaces secundarios y fuerzas mecánicas.

Adhesión } unión íntima entre 2 superficies diferentes por fuerzas interfaciales.

Cohesión } unión íntima entre dos superficies de la misma naturaleza, por fuerzas interfaciales.⁷

- Adhesivo. Una sustancia capaz de mantener unidos 2 materiales por atracción superficial.

La unión que puede producirse cuando un líquido fluye por los poros de la superficie, debido a la retención mecánica que se da cuando el material fluido fragua, el resultado es una unión fuerte, a lo cual se denomina adhesión.⁵

2.2 Cohesión

Existen fuerzas intermoleculares, que tienden a hacer que los átomos o moléculas se atraigan y permanezcan unidos mientras esas fuerzas de atracción sean superiores a la energía cinética que posean. Dichas fuerzas pueden ser de naturaleza física o química.

Si las moléculas que se atraen son de la misma naturaleza, la fuerza de atracción se llama cohesión; por ejemplo si dos gotas de mercurio o agua se acercan hasta tocarse, forman una de mayor tamaño, en ambos casos el fenómeno observado es la cohesión. Para que se de la cohesión debe existir una atracción inter – atómica la cual se define como la mutua atracción existente entre los diversos átomos que mantienen la cohesión entre moléculas y por ende la cohesión de la materia.

Los enlaces de naturaleza química o electrostática son de gran fuerza y se derivan de las fuerzas de valencia. Se reconocen tres tipos de enlaces inter – atómicos: enlace iónico, enlace covalente y enlace metálico.

Enlace iónico. Este enlace o atracción es de tipo electrostático por cargas eléctricas de diferente polaridad.

Enlace covalente, en este tipo de enlace los elementos comparten pares de valencias, esta clase de enlace es particular de la química del carbono. El enlace covalente es el característico de las resinas sintéticas de uso odontológico.⁹

Enlace metálico, este tipo de enlace es de particular importancia para el odontólogo, teniendo en cuenta la necesidad de utilizar diferentes tipos de aleaciones para la elaboración de coronas, incrustaciones, prótesis fija y removible.

Enlaces secundarios. Estos enlaces son relativamente débiles, pero de significativa importancia en la química de los fluidos y en la de los polímeros. Estas valencias secundarias se denominan también enlaces intermoleculares

o fuerzas de Van der Waals (moléculas pequeñas del orden de los angstroms), se derivan de fuerzas intermoleculares que comprenden: interacción de dipolos moleculares inducidos y puentes de hidrógeno. Los enlaces de origen electromagnético proporcionan la resistencia cohesiva de la materia y cumplen papel primordial en la síntesis de los adhesivos.⁹

Existen tres tipos de adherencia entre el diente y la restauración, adherencia física, química y mecánica. En la adherencia física intervienen uniones moleculares (fuerzas de Van der Waals). Se basa en el fenómeno de impregnación del sustrato por el material, valorado para un ángulo de contacto θ formado por la superficie del líquido- sólido.

La adherencia mecánica se produce por la penetración del material en las irregularidades de la superficie. Esta se basa en el principio de la técnica de grabado ácido, la fuerza de adhesión es de 15 a 20 Mpa.

La adherencia química es la ideal, esta es de tipo primario y se puede realizar en forma de enlaces iónicos o covalentes.⁹

2.3 Energía y tensión superficial.

Para que exista adhesión las superficies son atraídas entre sí hacia la superficie. La energía en la superficie de un sólido es mayor que en su interior. Cuanto más fuerte es la energía de unión de una sustancia (líquido), mayor es su energía superficial, si los átomos están separados (mayor energía) se atraen menos.

Si se trata de un sólido (metal) los átomos están tan juntos que la fuerza de atracción entre ellos es muy intensa, lo que permite a ese cuerpo mantener su forma.

Los términos tensión superficial y energía superficial son sinónimos, sin embargo el primero se aplica a líquidos y el segundo a sólidos. En Odontología, para facilitar la adhesión se necesita alta energía superficial de la estructura que se va a unir y baja tensión superficial del líquido o adhesivo.

2.4 Capilaridad.

La ocupación de espacios o interfases microscópicos por parte de un líquido recibe el nombre de capilaridad y esta relacionado con el grado de fluidez y tensión superficial del líquido. Esto se logra gracias a su ángulo de contacto bajo y capacidad de humectación. En Odontología se requieren sustancias que penetren en espacios muy estrechos para que se de la adhesión entre el esmalte y la dentina del diente con otros sustratos, como las resinas, la cerámica y los metales, para tal efecto se usa entre ellos adhesivos con solventes muy fluidos y con baja energía superficial, como alcohol, acetona o agua. Además la microfiltración que se da entre el diente y el material de restauración se debe al fenómeno de capilaridad.²

2.5 Tixotropismo.

El tixotropismo es la propiedad de algunas sustancias para mejorar la viscosidad ante la aplicación de cargas o al ser agitadas. En algunas sustancias de cadena larga, las fuerzas intermoleculares predominantes son de Van der Waals. Cuando la sustancia esta en reposo, estas fuerzas están bien establecidas pero dada su naturaleza, se rompen fácilmente cuando la sustancia se agita, entonces , el sistema adquiere características de suspensión y las moléculas se deslizan con facilidad una sobre otra (fluyen). Cuando ese estado de agitación cesa, las partículas pueden establecer nuevamente sus fuerzas de unión y la sustancia adquiere de nuevo su viscosidad característica y, si es el caso con el tiempo solidifica.³

2.6 Mojamiento.

Cuando se ponen dos superficies sólidas y planas en contacto, no se logra una adhesión completa, aunque a simple vista parezcan muy lisas, en el microscopio se observan rugosas y sólo entran en contacto las partes altas (que constituyen un pequeño porcentaje del área total), el problema se resuelve colocando entre las dos superficies un líquido que fluya hacia todas las irregularidades y ponga así en contacto la mayor parte del área superficial. El líquido se llama adhesivo, y la superficie sólida adherente.

La efectividad de la adhesión depende de la capacidad del líquido para distribuirse en toda la superficie del sólido. Esta capacidad recibe el nombre de mojamiento y se ve influida por:

- limpieza de la superficie
- energía superficial del sólido
- tensión superficial del líquido

La superficie que será “mojada” por el líquido deberá estar libre de elementos que dificulten la distribución homogénea de este, como contaminantes de superficie sólida serían, por ejemplo, óxidos, polvo y grasa, y en los procesos odontológicos, sarro dentario, saliva y sangre.

Los sólidos con alta energía superficial, atraen con fuerza al líquido que los moja y de esta manera la adhesión que se logra es efectiva. Por el contrario, cuando en la superficie del sólido hay poca energía, el líquido colocado sobre ella no se esparce, ejemplo de esto son las ceras y resinas dentales. Cuando un líquido es elegido para procurar adhesión, debe tener baja tensión superficial para que se extienda en la superficie que es colocado.³

Los líquidos disolventes como el alcohol y la acetona, tienen baja tensión superficial, además de gran volatilidad, por lo que son elegidos como vehículos de moléculas adhesivas en algunos sistemas.

El ángulo formado por la superficie “mojada” y la superficie marginal del líquido indica la capacidad de “mojamiento” en ese líquido en particular. Mal

mojamiento, mayor ángulo de contacto, buen mojamiento, menor ángulo de contacto.³

2.7 Adsorción, absorción y sorción.

Para comprender muchos de los principios de adhesión y cohesión es importante tener presente el significado de los términos adsorción, absorción y sorción.

Adsorción se refiere a un proceso de acción superficial, por el cual una sustancia penetra en las primeras capas con espesor monomolecular o de varios centenares de ángstrom, por medio de adosamiento, y se da en la superficie de sólidos o líquidos.

El término absorción se refiere al proceso por el cual la sustancia se difunde o penetra en el material sólido.

Cuando están presentes los fenómenos de absorción y adsorción pero no se sabe cual de ellos predomina, se usa entonces el término sorción.

2.8 Factores requeridos en la superficie adherente.

- Energía superficial alta
- Composición homogénea
- Superficie lisa y tersa

Energía superficial alta: la energía superficial del cuerpo debe ser alta y atractiva. Al considerar un cuerpo conformado por átomos, los cuales están equilibrados internamente, unos con otros, los átomos superficiales, estarán parcialmente equilibrados, pues en su superficie están aflorando sin compensación, produciendo así un campo de energía.

Composición homogénea: los cuerpos con estructura molecular homogénea en lo posible del menor número de elementos, permiten una mejor reacción adhesiva.

Las superficies lisas y tersas: que permitan la aproximación de otra superficie, son más aptas a la adhesión. Esta distancia interfacial no debe ser mayor de 2 Angstroms .³

CAPÍTULO III

ADHESIÓN A LAS ESTRUCTURAS DENTALES.

3.1 Importancia del sustrato adherente

Según Van Meerbeek & Others (2002), el fenómeno de adhesión es esencialmente un proceso de remoción de minerales (calcio, fosfatos) e infiltración de monómeros resinosos con la finalidad de crear una traba mecánica entre el adhesivo y la estructura dental, sellar los túbulos dentinarios, y así mantener la homeostasis del medio interno del complejo dentino pulpar. La distinción entre los sustratos adherentes es importante, ya que uno de los factores requeridos para que se logre una adhesión efectiva entre dos superficies, es que ambos posean una composición homogénea, es obvio que el esmalte y la dentina son diferentes desde el punto de vista morfofisiológico, por lo tanto el mecanismo de adhesión varía entre un sustrato y otro.¹¹

3.2 Esmalte dental.

El esmalte dental es un tejido avascular, aneural y acelular, que puede reaccionar ante un estímulo nocivo, ataque físico, químico o biológico con pérdida de sustancia estructural cuya magnitud está relacionada directamente con la intensidad del agente causal. Estas propiedades determinan que el esmalte no pueda regenerarse, aunque es capaz de remineralizarse. Está constituido principalmente por 96-97 % de hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) por lo que se dice que es una estructura homogénea.

Es el más duro de los tejidos minerales del cuerpo y cubre la corona anatómica del diente, siendo más grueso sobre las cúspides y más fino en la base de las fosas, fisuras y en la región cervical de la corona.⁶

El componente inorgánico del esmalte es principalmente constituido de apatita en su forma de hidróxido, flúor o carbono, siendo los dos mayores

componentes inorgánicos el calcio y el fosfato. Posee una estructura cristalina, donde los cristales poseen dimensiones ultra – microscópicas, razón por la cual son denominados cristalitos. Estos cristalitos de apatita están envueltos en una matriz orgánica que representa menos del 1 % de la composición del esmalte maduro, de este porcentaje, menos de la mitad se constituye de proteína, principalmente de enamulina.



Los cristales (flecha) están orientados en los prismas de esmalte de una manera distinta y preferencial.

El agua también está presente en el esmalte, se encuentra principalmente asociada a la matriz orgánica y envuelta a los cristalitos de apatita, estando en mucho mayor proporción (4%) que el componente orgánico.¹¹

En términos de propiedades físicas, la composición del esmalte le confiere propiedades físicas únicas: su dureza es muy alta, variando de 200 a 500 Knoop, situándose en el grado 6 de la escala de Mohs.

Posee un alto módulo de elasticidad (alta rigidez) y relativamente baja resistencia a la tracción, característica indicativa de un material muy frías, que se puede fracturar fácilmente debido a la alta resistencia a la compresión de la dentina.⁶

Su porosidad es selectiva, permitiendo el pasaje de iones y agua, pero excluyendo el pasaje de grandes moléculas, la saliva por ejemplo, contiene proteínas que absorberá el esmalte acondicionado lo cual va a disminuir la fuerza de unión con la resina.¹¹ El alto contenido inorgánico del esmalte le confiere una cantidad de translucidez, posibilitando una gran transmisión de

color por la dentina, esencialmente en las regiones cervicales donde el esmalte es fino, siendo las regiones de mayor grosor más opacas, con una tendencia al azulado y al gris. En lo que se refiere a su micromorfología, el componente básico microscópico del esmalte es el prisma que, de acuerdo con GWINNETT varía en tamaño de 4 a 7 micrometros y se origina cerca de la unión amelodentinaria siguiendo un curso en los 2/3 más internos de su estructura antes de alinearse paralelamente en su tercio más externo.



Prismas del esmalte dispuestos en varios planos en razón de la dirección en la cual ellos se disponen dentro del esmalte.

Los prismas alcanzan su superficie de la estructura dental casi perpendicularmente a su tangente, es importante mencionar que no todos los prismas alcanzan la superficie, tanto en dentición temporal como en permanente, donde una zona homogénea puede estar libre de prismas. Las regiones más comunes en donde no encontramos prismas son las coronas de dientes temporales y las fosas, fisuras y regiones cervicales de la dentición permanente.⁶



Esmalte aprismático, se observan líneas de incremento del crecimiento del esmalte.

3.3 Adhesión al esmalte

La adhesión a las estructuras del esmalte es pobre por ser recubierta superficialmente por una película orgánica en el medio oral, lo que acaba por crear una superficie de baja reactividad compleja, desde el punto de vista micromorfológico y químico. Cuando se aplica una solución ácida (ácido fósfórico, láctico, cítrico) sobre la superficie del esmalte, esta es capaz de desmineralizar y disolver la matriz inorgánica de los prismas creando poros, surcos y/ o grietas micrométricas, además la sustancia ácida limpia la superficie y aumenta la energía superficial, facilitando que los microporos o surcos generados puedan ser mojados y penetrados por una resina de enlace (tags de resina), la cual quedara retenida

físico – mecánicamente en el interior de los mismos, es posible obtener altos valores de fuerza de adhesión (30 Mpa in Vitro), siendo estos valores superiores a los obtenidos en dentina.

Debido a las características especiales de dicho sustrato, siempre que sea posible se debe preservar el esmalte dental durante la preparación cavitaria. Así, se establece una traba mecánica entre el adhesivo y la estructura dental (Macrotags o resing tags).¹



Tags de resina después de la completa remoción de la dentina por descalcificación.

3.4 Dentina.

Es un tejido conectivo parcialmente mineralizado (70 – 75%), con elevado contenido de materia orgánica (principalmente colágeno tipo I, IV y V) y agua. Esta constituida anatómicamente por túbulos que se extienden desde la pulpa dental hasta la unión amelodentinaria, que contienen el proceso odontoblástico y forman entre si un sustrato microporoso.

La matriz dentinal propiamente dicha esta compuesta por fibras colágenas, hidroxiapatita, glicosaminoglucanos, proteínas.

Anatómicamente, este sustrato se divide en dentina superficial, que como su nombre lo indica es la dentina más cercana al limite amelodentinario, esta constituida por menor cantidad de agua, menor proporción de túbulos y mayor porcentaje de colágeno, a diferencia de la dentina profunda que posee mayor contenido acuoso, mayor número de túbulos y menos porcentaje de colágeno, por lo tanto se considera que la disposición y organización de la dentina varía de acuerdo a la región del diente y su proximidad al tejido pulpar. En la cercanía a la unión amelodentinaria existen aproximadamente 15 000 túbulos /mm² con 0.9 micrómetros de diámetro, mientras que en la cercanía de la pulpa existen alrededor de 60 000 túbulos /mm² con un diámetro de 3.0 micrómetros.

El porcentaje que ocupa la dentina intertubular en la zona amelodentinaria es del 96% y 12% en la cercanía de la pulpa dental, por otro lado el area ocupada por los túbulos dentinarios abiertos en la zona o limite esmalte – dentina es del 1 – 3 %, mientras que cerca de la pulpa es de 22 – 25 %. Tomando en cuenta la morfología dentinal, se dice que los fenómenos de adhesión se generaran de manera idónea en la dentina superficial y media, porque en la dentina profunda (dentina hidratada saturada), el porcentaje agua – fibras colágenas (tipo I, IV y V), es contraproducente para lograr una adhesión efectiva, porque la unión micro mecánica se produce con la red colágena , previa desmineralización.⁶

3.5 Formación de Smear Layer.

Cuando se realiza el fresado del diente para su rehabilitación, se forma sobre la superficie una capa de debris de corte denominada smear layer o barro de la dentina.

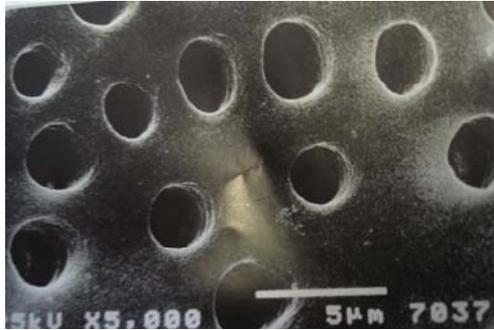
Este fenómeno fue inicialmente descrito por Boyde y sus colaboradores, en 1963, y resulta de la obstrucción de los túbulos de la dentina. Los materiales forzados para el interior de los túbulos constituyen los smear plugs. La smear layer aísla el sustrato de la dentina subyacente, dificultando la interacción de los agentes adhesivos directamente con la dentina. Su espesor varía de 0.5 a 5 nm, según el tipo de instrumento de corte empleado, utilización de refrigeración, velocidad de corte y región de la dentina preparada. Pashley y colaboradores, comprobaron la capacidad de la smear layer de disminuir la permeabilidad de la dentina en aprox., 86%. Sin embargo la smear layer es porosa y tiene microcanales entre las partículas, que pueden permitir tanto la salida del fluido de la dentina como la entrada de toxinas microbianas las cuales pueden afectar a la pulpa de manera irreversible. Brännstrom observó que la presencia de bacterias en la smear layer podrían inducir al fracaso de la restauración, además la capa puede ser fácilmente hidrolizada por los fluidos pulpares o por los originados de la microfiltación. Se dice que la unión a la dentina es más compleja debido al hecho de que la dentina es más heterogénea que el esmalte, tiene menos estructura calcificada y un contenido de agua mucho mayor, la simple apertura de los túbulos mediante el grabado ácido y la disolución de la capa de smear layer seguida de la aplicación de una resina adhesiva convencional, no da lugar a fuerzas de unión sustanciales.

La aplicación de una solución de ácido poliacrílico en concentraciones del 20% durante 10 segundos, logra una efectiva limpieza dentinal en la zona intertubular.

Sin embargo los tapones intratubulares persisten, dicho ácido no tiene efecto irritante sobre la dentina y promueve la unión química gracias a los grupos carboxilo por quelación.⁶

3.6 Adhesión a dentina.

Kanka observó que en la adhesión con la dentina, si una resina apropiada y químicamente compatible fuera adicionada después de un acondicionamiento ácido total de los tejidos dentales mineralizados podría haber mejorías en la fuerza de unión. Con el uso de una combinación de "primer's" para dentina fuertemente hidrófila y un agente de unión ambifílico (agrupamientos hidrófilos e hidrofóbicos), se elegían primer's fuertemente hidrófilos, ya que la dentina contiene cantidades significativas de agua, y es posible que la dentina permanece húmeda, a pesar de que los tejidos sean secados con aire. Kanka demostró que la presencia de humedad en la dentina en realidad aumenta la fuerza de unión. Sus hallazgos fueron confirmados demostrando que el secado, aunque sea una ventaja en algunos sistemas, es desventaja para otros. Una de las razones para el éxito de algunos sistemas es el hecho de que los primer's resinosos son disueltos en acetona. De acuerdo con Bowen la acetona desplaza agresivamente el agua en el tejido hasta que se establezca un estado de equilibrio. Al secarse la acetona y el agua se evaporan, dejando atrás de ellas la resina polimerizada dentro de la estructura dental porosa, la penetración de la resina en la dentina ha sido llamada de hibridación. La extensión de la hibridación varía de 1 – 8 micrómetros. El trabajo de Kanka fue coincidente con la introducción de un sistema de unión multipropósito (esto es para esmalte, dentina, metal, cerámica y resina compuesta) conocido comercialmente como All Bond- Bisco y recientemente como una versión de doble polimerización.¹



Dentina acondicionada mostrando el ensanchamiento de los tubulos.

La adhesión a dentina con los sistemas adhesivos convencionales ocurre por mecanismos diferentes al esmalte. Cuando se aplica ácido ortofosfórico al 35% durante 15 segundos sobre la dentina, este es capaz de eliminar el smear layer o barrillo dentinario que se produce durante la preparación cavitaria y desmineralizar entre 4 – 11 micras (en profundidad) la superficie dentinal expuesta, es decir, el agente acondicionador actúa eliminando parcialmente la hidroxiapatita que recubre las fibrillas de colágeno dejándolas libres (disminuye el modulo de elasticidad, aumenta la flexibilidad y movilidad), estableciéndose lo que se denomina red colágena, una vez que ha sido lavada la superficie dental y se ha eliminado el ácido y el exceso de humedad, se aplica el adhesivo. El adhesivo se infiltrara en la red colágena y una vez polimerizado creara un sistema de interdigitación (traba micromecánica) entre ambos sustratos adherentes, este fenómeno de imbricación entre el adhesivo, proteínas colágenas – no colágenas y el componente inorgánico de la dentina es lo que Nakabayashi y colaboradores en 1982 describieron como capa híbrida.



Capa híbrida.

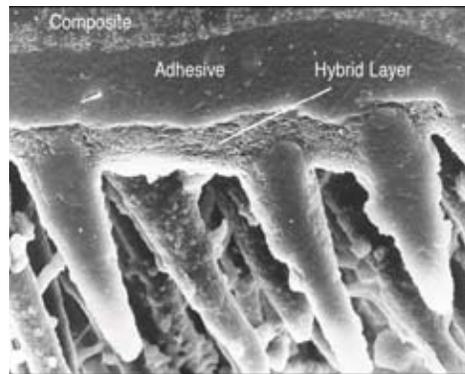
De acuerdo a su morfología la capa híbrida se divide en tres zonas:

- a) **Cuerpo principal:** es el área más extensa y superficial de la capa híbrida, la cual esta limitada periféricamente por el tejido dental (esmalte, dentina y / o cemento).
- b) **Zona tubular o de penetración transdental:** Es el tag de resina propiamente dicho, este puede llegar a medir aproximadamente entre 3 y 11 micras. Se reconoce como la unidad morfofuncional de la capa híbrida, porque es la zona de la cual depende principalmente la retención micromecánica del adhesivo, además de ser la encargada de sellar los túbulos dentinales e impedir la posterior contaminación del sustrato dentinal, por lo tanto esta zona guarda relación directa con el complejo dentino – pulpar .
- c) **tubular – lateral o de penetración intradental:** se refiere a los microtags de resina que se forman lateralmente a los tags principales, son pequeñas ramificaciones de las interdigitaciones de resina de mayor diámetro. La profundidad de la capa híbrida en la superficie dentinaria, así como lateralmente al lumen de los túbulos es aproximadamente de 5 nm.¹¹

Con respecto a los movimientos del líquido intra – tubular; Brännstrom cuando propuso la teoría hidrodinámica, demostró que pequeños cambios de presión en el fluido intratubular pueden causar un dolor dramático a través de los procesos odontoblásticos, siendo que estos cambios de presión pueden ser por oscilación en la temperatura, introducción de soluciones iónicas o por secamiento o desecación de la dentina.

Con la obtención de la capa híbrida que es insoluble e impermeable a través del grabado ácido asociada a primer's hidrófilicos, el movimiento del fluido odontoblástico intratubular ya no ocurre, eliminando la sensibilidad pos operatoria otro beneficio es el sellado tubular permanente, minimizando o impidiendo el acceso de productos químicos o bacterianos a la cámara pulpar, los cuales pueden ocasionar lesión irreversible de la pulpa.

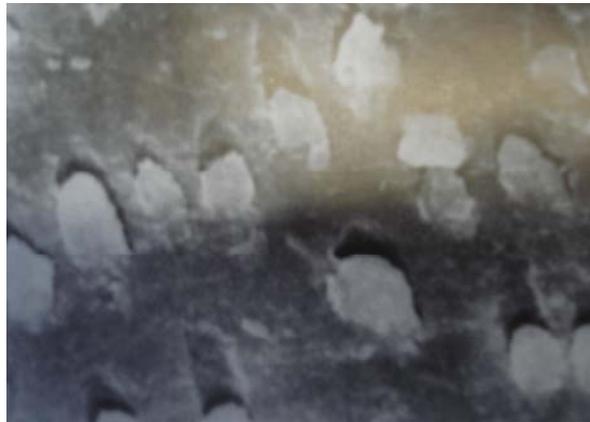
Con la hibridación los sistemas adhesivos se difunden no solamente en la superficie de la dentina recién preparada, sino también en el interior de los túbulos abiertos, penetrando lateralmente en la dentina peritubular, removiendo la hidroxiapatita y sustituyendo por productos resinosos.



Capa híbrida y tags vistos a través de un microscopio electrónico de barrido

Los objetivos de la hibridación son:

- Sellado efectivo de los túbulos dentinarios a través de la formación de un composite polímero / colágeno, indisoluble e impermeable a fluidos y microorganismos.
- Disminución o eliminación de la sensibilidad pos operatoria a través del bloqueo del flujo de fluidos intratubulares.
- Disminución de caries recurrentes.⁸



Túbulos sellados por el adhesivo.

CAPÍTULO IV.

GRABADO ÁCIDO

4.1 Tipos de ácidos y concentraciones

Perdigao realizó un estudio sobre la profundidad de la desmineralización algunas marcas de acondicionadores ácidos. Los resultados fueron los siguientes:

Profundidad de la desmineralización dentinaria para diferentes ácidos grabadores.

NOMBRE	COMPOSICIÓN	PENETRACIÓN (nm) nanómetros	TIEMPO (segundos)
Menos de 2 nm.			
Clearfil CA Agent	Ác. 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	Ác. nítrico a 2.5%	0.7	15
Amalgabond U.D.A	Ác. cítrico a 10%, clorato ferrico a 3%	1.3	10
Ultra - Etch	Ác. fosfórico a 10 %	1.7	15
Entre 2 y 3 nm			
Ultra - Etch	Ác. fosfórico a	1.9	15

	35%		
SBMP etchant	ác. maléico a 10%	2.1	15
Ultra - Etch	ác. fosfórico a 10 %	2.2	60
Mirage ABC	ác. Nítrico a 2.5%	2.2	60
All - Etch	ác. fosfórico a 10%	3.0	15
Scotchbond etching gel	ác. fosfórico a 35%	3.0	15
Superior 3.0 nm			
Uni - Etch	ác. fosfórico a 32% aom BAC	4.0	15
De Trey Etch	ác. fosfórico a 36%	4.3	15
Kerr Gel Etchant	ác. fosfórico a 37.5%	5.8	15

La forma de los ácidos en geles coloridos es preferible debido a la facilidad de observación del efectivo contacto del producto con la estructura dental. Diversos tipos de espesantes son utilizados para permitir el estado de gel, el más común es la silica.

Existe en el mercado un acondicionador no lavable denominado NRC (Non – Rinse Conditioner – Dentsply), esta compuesto de ácidos orgánicos (ácido maléico) y monómeros orgánicos (ácido itáconico) diluidos en agua, ejerciendo al mismo tiempo la función de acondicionador y primer. Según el fabricante el ácido maléico limpia y acondiciona efectivamente la superficie de dental, además estos contienen dobles enlaces polimerizables. El ácido itacónico contiene dobles conexiones tipo metacrilato, como la mayoría de los

monómeros resinosos. Debido a estos dobles enlaces el primer ácido puede copolimerizarse con el adhesivo. Además de esto el primer contiene grupos ácidos carboxílicos que pueden ser capaces de adherir los iones calcio de la estructura dental. Todos los componentes del NRC contienen dobles enlaces copolimerizables por lo tanto todos los remanentes dejados sobre la superficie pueden copolimerizarse con el adhesivo. De esta manera los debris resultantes de la disolución de la smear layer quedan incorporados como si fueran partículas de carga.

El fabricante recomienda que el producto sea aplicado sobre la superficie de la dentina dejándolo actuar durante 20 segundos, no necesita lavado. Posteriormente se coloca el sistema adhesivo Prime & Bond Nt, de esta manera podemos ahorrar tiempo.⁴

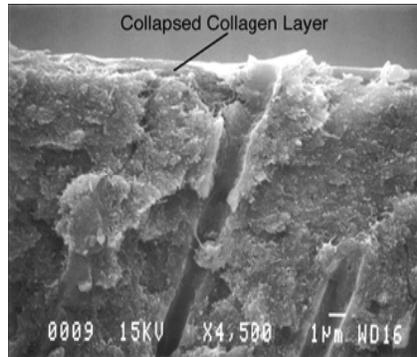
4.2 Efectos de los ácidos sobre esmalte y dentina.

El acondicionamiento ácido de la dentina es capaz de abrir los túbulos dentinarios, lo cual puede facilitar el ingreso de bacterias hacia la pulpa, si la superficie no fuera adecuadamente sellada.

Por lo tanto aunque se empleen adhesivos dentinarios dependiendo de la profundidad de la cavidad los riesgos son grandes.

El acondicionamiento ácido por si solo puede no ser el causante de los daños pulpares, pero la dentina acondicionada queda más permeable y susceptible a la infiltración bacteriana con serios riesgos para la pulpa.

Lo que se busca al acondicionar la dentina es remover el barrillo dentinario y desmineralizar superficialmente la dentina intertubular, para exponer la malla colágena y el adhesivo pueda penetrarla para que interactúe con ella. Dos factores son importantes para la interacción, primero se debe preservar la integridad estructural de las fibras colágenas, sin desnaturalización, manteniendo la porosidad de los espacios interfibrilares, segundo la profundidad de desmineralización debe ser lo menor posible.



El ácido fosfórico es utilizado para remover el lodo dentinario: "Grabado Total" y desmineralizar la superficie de la dentina. Esto expone a una red de fibras colágenas sobre la superficie

En el caso de que una capa muy grande de colágeno sea expuesta por el grabado ácido, el adhesivo puede ser no capaz de impregnar totalmente la red de colágena, que puede quedarse desprotegida y ser hidrolizada con el tiempo, comprometiendo la adhesión.

Nakabayashi y sus colaboradores consideraron que una desmineralización de 1 a 2 nm en la dentina es la suficiente para una adecuada resistencia adhesiva, pues permite la fácil penetración de los monómeros. Una de las ventajas de los sistemas autoacondicionantes es el hecho de que la desmineralización e infiltración ocurren simultáneamente, evitando la formación de áreas de colágeno desprotegido. Se sabe que la profundidad de desmineralización esta directamente relacionada con las características del ácido utilizado como su pH, concentración, viscosidad y el tiempo que permanece reaccionando con el sustrato.

Basado en estos factores fue propuesta la utilización de ácidos más suaves, en bajas concentraciones. De acuerdo con Silverstone, una solución de ácido fosfórico al 30 % aplicada al esmalte por 60 segundos produce una pérdida superficial de 10 micrones y penetra hasta una profundidad de 20 micrones. Silverstone y colaboradores clasifican el efecto del grabado ácido, en la estructura histológica del tejido esmalte en 3 patrones o formas diferentes:

Patrón I de grabado: el efecto desmineralizante con remoción de sales de calcio, se efectúa en el centro de cada varilla de esmalte dejando la periferia intacta (más utilizado).

Patrón II de grabado: el efecto ácido tiene predilección en los contornos de la varilla adamantina.

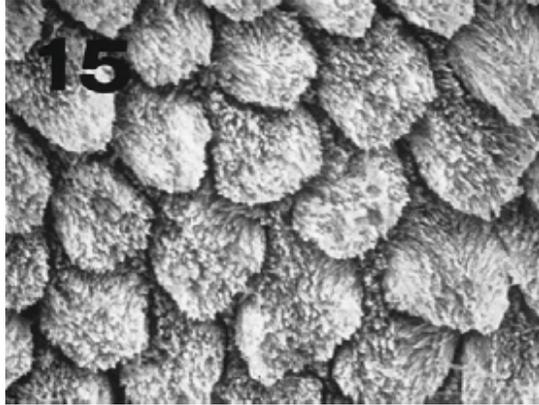
Patrón III de grabado: efecto combinado de los dos descritos.

Es importante recordar que el esmalte que ha sido tratado con flúor va a presentar una alta resistencia al ataque ácido. En este caso es necesario aumentar el tiempo de grabado, generalmente a 30 segundos. De acuerdo con Simonsen el efecto de grabado ácido va a producir una serie de microporos dentro del esmalte, con una profundidad media de 20 micrones, en donde se va anclar el adhesivo siendo esta una de las bases de retención micromecánica.

El uso de concentraciones bajas como las de 2 % de ácido fosfórico no producen microporos, sin embargo la resistencia de unión es tan buena como la obtenida con concentraciones mayores. El efecto antagónico al utilizar concentraciones altas por encima de 40% ocasiona una gran disolución, superficial, con formación abundante de fosfato de calcio (producto de la reacción entre el ácido y la hidroxiapatita). Estos fosfatos contaminan y cierran los poros recién formados.

Se ha intentado aplicar otros ácidos, tales como: el ácido etilen diamino tetra acético, el ácido cítrico, el ácido fórmico sin embargo, el ácido ortofosfórico en concentración al 30 - 37% a demostrado superioridad e inocuidad cuando se usa en forma correcta.

Efectos del grabado ácido del esmalte: limpieza de la superficie, disolución de la capa superficial contaminante, desmineralización superficial y profunda de hasta 30 micrones por ataque del ácido a la hidroxiapatita, formación de fosfato de calcio, los cuales al ser removidos dejan una superficial microporosa que servirá de anclaje micro – mecánico al adhesivo, modificación de la capa superficial no del esmalte, produciendo un sustrato de alta energía superficial, con atracción polar.



esmalte grabado
al 35% Ácido
fosfórico

Según Albert y Grenoble, al término de una hora ya comienzan a precipitarse depósitos de fosfato de calcio provenientes de la saliva, sobre el tejido desmineralizado, al término de las 96 horas reportan completa remineralización del esmalte dentario. Se debe tener especial cuidado en el uso de las soluciones ácidas en el medio oral. La dentina profunda no debe ser expuesta al grabado ácido o adhesivos autograbadores, esta debe protegerse previamente con una base ácido resistente, no degradable de hidróxido de calcio o polialquenoato de vidrio.

Brännstom refiere que los agentes ácidos actúan como limpiadores de la dentina, removiendo todas las partículas contaminantes producto de la preparación cavitaria atacan el túbulo dentinal ampliando la luz.

Las concentraciones varían de 37% sobre esmalte, concentraciones de 10-15% formulada por Coltene para dentina. ⁷

4.3 Técnica de grabado ácido

La técnica de grabado ácido en el esmalte es como sigue.

Limpiar la superficie del esmalte, realizando una profilaxis con bicarbonato de sodio con unas gotas de agua, para dar consistencia densa, aplicarlo con un cepillo suave y a baja velocidad.

Lavar, secar con aire limpio y aislar el campo operatorio, dosificar el gel de ácido ortofosfórico. Colocarlo únicamente en la zona que se desea grabar, dejarlo actuar de 10 a 15 segundos. Eliminar los excesos con un pincel. Lavar profusamente sin presión por 30 segundos, secar suavemente, el aire debe ser limpio libre de grasa o humedad.

No permitir que la superficie grabada se contamine con saliva, sangre etc., colocar la capa de adhesivo.

En el grabado en la dentina nos encontramos con múltiples dificultades:

- Una composición heterogénea, orgánica e inorgánica.
- Una fracción importante de agua fluidos tubulares que dificultan la acción adhesiva.
- Un componente de colágeno de baja energía superficial.
- Presencia de túbulos dentinales con prolongaciones odontoblásticas.
- Vitalidad pulpar que debemos preservar.
- Presencia de una capa superficial de desechos dentinales (smear layer)

La síntesis de los sistemas adhesivos en especial de imprimadores o primer's de naturaleza hidrófilica – hidrofóbica preparan en forma conveniente la estructura dentinal – colágeno en presencia de la humedad relativa propia de la composición dentinal.

Los efectos inmediatos del ácido ortofosfórico en concentraciones del 37% sobre la dentina son:

- Desmineralización con exposición de la malla colágena.
- Micro y macroporosidades, creación de grietas en la dentina intertubular.
- Ampliación de la luz intertubular.
- Aumento de la permeabilidad dentinal.
- Por ser hipertónico, producción de fluidos tubulares.
- Consiguiente irritación pulpar.⁷

CAPÍTULO V.

SISTEMAS ADHESIVOS

Características ideales de un adhesivo dentinario.

Un adhesivo dentinario ideal debe poseer las siguientes características:

1. Adherirse a la dentina con una fuerza igual o mayor que la de un composite al esmalte grabado.
2. Alcanzar rápidamente (en pocos minutos) la máxima fuerza de adhesión para permitir las manipulaciones de acabado y pulido, así como el restablecimiento funcional post operatorio del paciente en un plazo de tiempo razonable.
3. Ser biocompatible y no irritar el tejido pulpar.
4. Prevenir las microfiltraciones
5. Demostrar una estabilidad prolongada en el medio oral.
6. Ser fácil de aplicar. ⁸

5.1 Clasificación de los adhesivos.

La siguiente clasificación de los adhesivos dentinarios fue propuesta por Van Meerbeek & Others (2000), la cual se sustenta primordialmente en la estrategia o mecanismo de adhesión utilizado, capaces de promover la adhesión dental:

- 1- Sistemas adhesivos convencionales.
- 2- Sistemas adhesivos autograbadores.
- 1- Sistemas adhesivos convencionales.

Son los sistemas adhesivos que emplean la técnica de grabado total como mecanismo acondicionador de la estructura dental.

Con respecto al mecanismo de adhesión de estos sistemas, se resume de la siguiente manera: previo acondicionamiento de la superficie del esmalte (Ácido ortofosfórico 35% - 15 seg. – lavado – eliminación del exceso de humedad), se aplica el adhesivo, gracias a su baja tensión superficial, pequeño ángulo de

contacto, capacidad humectante y capilaridad penetra en las grietas micrométricas creadas por el ácido, formando así los macro – microtags de resina.

En este grupo se encuentran los llamados Sistemas multicomponentes y monocomponentes, clasificación de acuerdo a la presentación física del sistema, es decir, la cantidad de botes que constituye el sistema adhesivo. Se denominan sistemas multicomponentes, aquellas presentaciones comerciales de adhesivo convencionales que están constituidos por más de un bote (Ej.: Optibond (Total – Etch) – Kerr, Permagen – Ultradent, Permaquik – Ultradent, Scochtbond Multi - Purpose – 3M, Super Bond – Sun Medical).¹¹

En este caso los fabricantes presentan el primer en un bote separado del adhesivo, con la finalidad que el primer asegure la eficiente mojabilidad de las fibras de colágeno que han sido expuestas previamente por el agente acondicionador, transforme el estado hidrofílico de los tejidos en hidrofóbico y facilite la entrada del adhesivo entre los canales interfibrilares, una vez que se ha agotado el tiempo de imprimación se aplica el adhesivo que deberá rellenar todas las irregularidades creadas por el agente acondicionador y sellar todos los túbulos dentinarios que fueron abiertos previamente por la sustancia desmineralizadora. La polimerización inicial y avanzada estabilizará la capa híbrida conformada, al igual que la copolimerización que se logre entre la resina compuesta y el adhesivo.

Ventajas de los sistemas adhesivos multicomponentes:

- Técnica menos sensible: Permite la aplicación por separado del agente acondicionador, primer y el adhesivo.
- Proveen adhesión efectiva a esmalte y dentina (in vivo / in Vitro).
- Proporciona mayor fuerza de adhesión a esmalte, en comparación con los sistemas monocomponentes y autograbadores.
- Los sistemas multicomponentes, se reconoce como los adhesivos más eficaces.
- Permite la incorporación de nanopartículas que mejoran las propiedades

físicas del sistema adhesivo, además, estas micropartículas actúan como un componente de absorción de estrés residual y reforzando la red colágena.

Con respecto a las desventajas se sugiere que:

- Existe mayor riesgo de sobre desmineralizar la dentina.
- Necesidad de mayor tiempo clínico.
- Posibilidad de contaminar la estructura dental, porque se deben llevar a cabo varias fases clínicas (grabado ácido, lavado - enjuague, imprimación, aplicación del adhesivo y fotopolimerización).
- Mayor riesgo de sobresecar el tejido dental o que exista exceso de humedad en el sustrato adherente.

Los sistemas adhesivos monocomponente o monobotes, son aquellos donde el primer y el adhesivo se han incorporado a través de diferentes procesos químicos y físicos en un solo envase (Ej.: Excite – Vivadent, One Coat Bond – Coltene, One Step – Bisco, Prime Bond NT, Syntac Sprint – Vivadent, Syntac Single Component – Vivadent, Single Bond – 3M). Estos sistemas se sintetizaron con la finalidad de disminuir el número de pasos clínicos y el tiempo de trabajo. Sin embargo, según algunos estudios, la ganancia de tiempo no es sustancialmente importante, porque la diferencia de tiempo de trabajo total entre un sistema multibotes y otro monobote varía entre 10 – 60 segundos.

Ventajas de los sistemas monocomponentes:

- Reducción del tiempo de trabajo, en comparación con los sistemas multicomponentes, porque se elimina un paso clínico (aplicación del primer).
- Posibilidad de presentación en monodosis: asegura la composición estable del adhesivo y la evaporación controlada del solvente.
- Ayuda a disminuir las infecciones cruzadas, porque permite realizar una aplicación más higiénica.

- Permite la incorporación de nanopartículas, que actúan mejorando las propiedades físicas del adhesivo, además refuerzan la red colágena y favorecen la disminución de fracturas adhesivas y cohesivas de la capa híbrida. A pesar que los sistemas monocomponentes son adhesivos de alta tecnología, presentan algunas desventajas, entre las más importantes:

-El uso de estos sistemas adhesivos, no necesariamente implica la reducción del tiempo clínico, porque algunas presentaciones comerciales ameritan de la aplicación de varias capas (Prime Bond NT – Dentsply), con la finalidad de obtener una capa adhesiva con un grosor suficiente.

- Técnica más sensible, porque amerita la aplicación de varias capas.

- Existe mayor riesgo de crear una capa de adhesivo muy fina, que no posea la capacidad de absorción de estrés residual o que ocurra una polimerización incompleta debido a la inhibición por oxígeno.

- Estudios clínicos a largo plazo insuficientes.

2- Sistemas adhesivos autograbadores.

Los sistemas adhesivos autograbadores se basan en el uso de monómeros ácidos que acondicionan, imprimen y se adhieren al tejido dental.

Estos sistemas se comercializaron a principio de los años 90. Al inicio se emplearon solo como un sistema acondicionador de la dentina porque su capacidad de adhesión al esmalte era pobre. En la actualidad, se cuenta con formulaciones químicas que son capaces de actuar de manera efectiva tanto en esmalte como en la dentina (Xeno III – Dentsply).

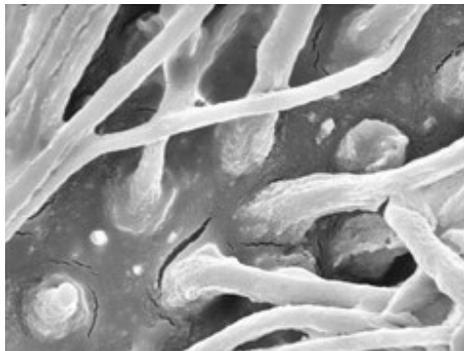
La primera generación de sistemas autograbadores que se introdujeron en el mercado odontológico se utilizaban siguiendo dos pasos clínicos.

El primero consistía en la aplicación de una sustancia acondicionadora sobre tejido dental (ácido cítrico, maléico, nítrico), no lavable que después de actuar durante 15 - 30 segundos se inactivaba y el segundo paso clínico consistía en la aplicación propiamente dicho del adhesivo (Ej.: Clearfil Liner Bond - Kuraray,

Clearfil SE – Kuraray, Syntac – Vivadent, Optibond – Kerr, F2000 – 3M, Scotchbond 2 – 3M).

La segunda generación de adhesivos autograbadores son los denominados todo en uno, es decir, el agente acondicionador, el primer y el adhesivo se encuentran mezclados químicamente y físicamente en un solo bote o envase, por lo tanto desde el punto de vista clínico, amerita solo un paso, que consiste en la aplicación directa de una o múltiples capas del adhesivo sobre el tejido dental a tratar (Ej.: Ecth & Prime 3.0 – Degussa, One Up Bond – Tokuyama, Prompt L Pop 1, 2 – 3M / ESPE, Xeno III – Dentsply), estos sistemas adhesivos también han sido clasificados de acuerdo a la acidez de los compuestos que los constituyen, en moderados y fuertes (Moderado: pH: +/- 2. Fuerte: Menor o igual a 1), cabe destacar que esta diferencia en el pH influye directamente en la capacidad de desmineralización del sistema adhesivo, es decir, a menor pH mayor será la capacidad de desmineralización del adhesivo.

El mecanismo de adhesión de los sistemas autograbadores, se basa en el fenómeno de hibridación dentinal al igual que los sistemas adhesivos convencionales, además de la modificación, transformación e inclusión del smear layer en la capa híbrida, con la diferencia que los tags de resinas que se logran obtener con el uso de los sistemas autograbadores son más cortos y de menor diámetro que los obtenidos con los sistemas convencionales y que las fibras de colágeno no son totalmente desprovistas de la hidroxiapatita que las cubre.



Penetración del adhesivo Xeno III en dentina x 5000

Los monómeros funcionales (grupos carboxílicos o fosfatos) de los sistemas autograbadores moderados (pH: +/- 2: Adhesivos 4 – Meta, Clearfil Liner Bond – Kuraray, F2000 – 3M, Imperva Bond – Shofu, One Up Bond F - Tokuyama), son capaces de interactuar molecularmente con la hidroxiapatita y establecer un enlace interatómico perdurable.

De acuerdo a Van Meerbeek & Others (2000), este mecanismo de adhesión menos agresivo que aquellos que utilizan la técnica de grabado ácido convencional, ya que, permiten un sellado eficaz de los túbulos dentinales y márgenes cavitarios durante más tiempo (In Vitro), porque gracias a la interacción química entre la hidroxiapatita y el monómero mejora significativamente la resistencia al proceso de degradación hidrolítica del adhesivo y asegura una posición estable del mismo.

Es importante tomar en cuenta el grosor de la capa del adhesivo que se logra obtener después de aplicar un sistema autograbador moderado, que es menor a la que se obtiene cuando se emplea un sistema adhesivo convencional. Según Blunck (2002), el grosor de la capa adhesiva es un factor secundario en los sistemas autograbadores, porque su mecanismo de adhesión principal se basa en la disolución, transformación e incorporación del smear layer como parte funcional de la zona de hibridización dentinal y en la interacción molecular entre la hidroxiapatita remanente y el monómero adhesivo. Con la finalidad de aumentar el grosor de la capa híbrida se ha propuesto la adición de nanopartículas a esta clase de adhesivos, aunque no existen muchos estudios al respecto.

Los sistemas adhesivos con pH menor o igual a 1 (Ej.: Prompt L Pop – 3M / ESPE, Non Rinse Conditioner & Prime Bond NT – Denstply), actúan de manera similar a los sistemas convencionales, es decir, cuando se aplica este tipo de sistema adhesivo, éste elimina casi totalmente la hidroxiapatita que recubre la fibrilla colágena, por lo tanto, se sugiere que no existe una reacción química entre la hidroxiapatita remanente y el monómero resinoso, en este caso, el fenómeno de adhesión ocurre porque el monómero ocupa el espacio creado por el agente acondicionador (microporosidades) y a través del sistema

de resin tags (imbricación entre el adhesivo y el substrato adherente), se establece la traba mecánica.

Ventajas de estos sistemas:

- Desmineralización e infiltración de resina simultánea.
- Posibilidad de monodosis: Permite el control de la evaporación del solvente y así mantener la composición estable del adhesivo.
- Adecuada interacción monómero – colágeno.
- Efectivo desensibilizador dental.
- Menor importancia a la humedad dental.
- Disminuye el riesgo de las infecciones cruzadas.

Con respecto a las desventajas algunos investigadores citan:

- Insuficientes estudios (In Vitro / In vivo) a largo plazo.
- La fuerza de adhesión que se logra en el esmalte es suficiente, pero es inferior a la que se obtiene con los sistemas adhesivos convencionales (técnica de grabado total), aunque éste es un tema controversial en la actualidad.

Con respecto a los sistemas autograbadores, se dice que su efectividad adhesiva es igual o inferior a los sistemas adhesivos convencionales, aunque no existen estudios a largo plazo que garanticen una adhesión duradera, principalmente sobre esmalte, por otra parte, se sugiere que con los sistemas autograbadores de última generación (Ej.: Xeno III – Dentsply, One Up Bond F – Tokuyama), se obtienen fuerzas de adhesión superiores en comparación con sistemas anteriores, aunque no existen estudios concluyentes al respecto. Pashley & Others (1998), con la finalidad de mejorar la adhesión de estos sistemas al esmalte sugirieron la aplicación del adhesivo autograbador (todo en uno), primero sobre esmalte, seguido de la dentina y luego nuevamente sobre esmalte, de esta manera el esmalte podría ser acondicionado de la manera más idónea posible y se incrementaría la fuerza de adhesión.

Otra línea de adhesivos, familia de los sistemas autograbadores, son los llamados adhesivos autograbadores para compómeros - Compomer Adhesives - (Ej.: Prompt L Pop for compomer – 3M / ESPE, F2000 Adhesive – 3M /

ESPE, Compoglass - Vivadent), se utilizan como el sistema adhesivo de elección para los compómeros o resinas poliácidas. Inoue & Others (2000), realizaron varios estudios longitudinales in vivo donde utilizaron los adhesivos autograbadores para compómeros como medio de unión con el sustrato dental. Ellos reportaron que a los tres meses el 92% de las cavidades obturadas se encontraban en condiciones óptimas, a los 6 meses más del 60% de las cavidades se habían filtrado, el 52% de las cavidades habían cambiado de color y el 72% de los pacientes refería sensibilidad al frío.

Se sugiere que el fracaso de esta clase de adhesivos, se debe a su leve capacidad desmineralizante, que no es capaz de crear un patrón óptimo de retención y eliminar el smear layer, por lo tanto, a nivel del esmalte no se formaran los macrotags de resina y en la dentina debido a la obliteración parcial o total del túbulo dentinal y la escasa hibridación del tejido no se logrará conformar una capa híbrida efectiva que garantice el sellado biológico y la homeostasis del complejo dentino - pulpar.

El grupo Clinical Research Associates clasifica los adhesivos contemporáneos en 4 grandes grupos:

Tipo I. Estos sistemas adhesivos requieren de la preparación previa del sustrato esmalte dentina mediante el grabado con ácido fosfórico, lavado y secado suavemente, aplicación inmediata del sistema en dos pasos: primer y luego adhesivo.

Productos en esta categoría.

Optibond F1..... Kerr

Scotchbond MP – Plus ...3 M

All – Bond – 2Bisco

Tipo II. Adhesivos con presentación monofrasco. Preparación previa de los sustratos mediante grabado ácido, lavado y secado. Pincelar el sistema adhesivo en una o dos capas.:

Excite..... Vivadent

Single bond....3 M ESPE

Optibon Solo Plus....Kerr

Prime & Bond NT....Dentsply

PQ-1.....Ultradent

One Coat Bond.....Coltore.

Tipo III. Sistemas adhesivos en dos frascos. Primer autograbador, aplicado en esmalte y dentina. No se lava, y aplicación del adhesivo. En este sistema no requiere grabado ácido previo. Productos en esta categoría:

Clearfil S.E BondKuraray

N.R.C./Prime & Bond NT.....Dentsplay

SELF-ETCH

PRIMER-KERR

OPTIBOND SOLO PULS.

Tipo IV. Presentación en un solo frasco, no requiere grabado ácido previo, ni lavado. Productos en esta categoría:

One- Up Bond F.....J.Morita

Prompt L-Pop.....Espe

Touch & Bond.....Parkell.

El análisis de las fuerzas adhesivas de estos sistemas nos muestran entre otros:

OPTIBON FL DE KERR 34.1 Mpa. En esmalte. 20.3 Mpa en dentina.

CLEARFIL SE BND 24 Mpa en esmalte. 21.3 Mpa en dentina.

Otros de unión a dentina.

PQ -1 20.1 Mpa

SCOTCHBOND Mpa 19.4 Mpa

GLUMA COMFORT BOND 18.4 Mpa.

EXCITE. 16.6 Mpa.

SINGLEBOND 16.3 Mpa

5.2 Composición de los adhesivos dentinales.

Los adhesivos dentinarios contienen:

Resinas hidrofílicas: (HEMA, GPDM, BPDM, PENTA, TEGDMA, 4-META etc.), para unirse a los tejidos dentales.

Resinas hidrofóbicas (Bis-GMA, UEDMA, etc.), para unirse al composite. Las resinas hidrofílicas y las resinas hidrofóbicas se unen generalmente bien entre sí.

Catalizadores (Fotoiniciadores, como la canforoquinona, para el fraguado por luz. La combinación de ambos, permitirá el más apetecible y más seguro fraguado dual),

Estabilizadores. Algunos de ellos flúor, micropar-tículas y algunos otros nanopartículas de relleno. Los que no contienen relleno tienen mayor mojabilidad ya que al ser menos espesos pueden teóricamente fluir mejor por la luz de los tubulos dentinarios y , sobre todo, por entre las fibrillas de colágeno. Pero tienen mayor contracción de fraguado y menor resistencia estructural que los que contienen micro o nano-rellenos de partículas inorgánicas. Es interesante conocer que a mayor proporción de resinas hidrofóbicas o a mayor cantidad de relleno inorgánico, obtenemos más uniformidad de la capa de adhesivo, y también mayor grosor.

Vehículo de los adhesivos dentinales. Por lo general, cuando se realiza el tallado de una cavidad, tanto el esmalte como la dentina están comprometidos, por lo tanto, se recomienda mantener el balance hídrico (Seco / Húmedo), con la finalidad de lograr una fuerza adhesiva efectiva, evitando el colapso de la red colágena. Tomando en cuenta la humedad de la superficie del sustrato dental, existen dos métodos comprobados a través de los cuales se logra la hibridación del tejido dental: Técnica de adhesión húmeda y la técnica de adhesión seca, ambos métodos dependen del tipo de vehículo del sistema adhesivo (agua, etanol, acetona...).

La mayoría de los sistemas adhesivos contemporáneos poseen como vehículo la acetona o el etanol (Ej.: Prime Bond NT – Dentsply, Excite – Vivadent), con la finalidad de propiciar el fenómeno de adhesión a través del reemplazo hídrico, es decir, estos solventes orgánicos actúan como un sistema de doble bomba, por lo tanto, eliminan el agua que aún permanece en la superficie

dentinal, modifican el sustrato dental hidrofílico y promueven la infiltración y difusión de monómeros a través de los nanoespacios de la colágena.

Existen otros sistemas adhesivos cuyo vehículo o solvente es el agua o soluciones antibacteriales como la clorhexidina que se utilizan para realizar la técnica de adhesión seca (Ej.: One Coat Bond – Coltene.), el mecanismo de adhesión de estos sistemas se basa en la rehidratación y reexpansión de la red colágena y posterior infiltración monomérica del sustrato dentinal. Por lo tanto cuando se seleccione un sistema adhesivo cuyo vehículo sea el agua, el sustrato dental a tratar debe estar seco, de lo contrario, debido al exceso de agua fracasaría la capa híbrida porque se dificultaría la penetración y difusión efectiva de los monómeros en la dentina.

De acuerdo a Kanca & Gwinett (1992), se logran in Vitro mayores fuerzas de adhesión con los sistemas convencionales o autograbadores cuyo vehículo o solvente es acetona o etanol (19 – 30 Mpa).

Según Van Meerbeek & Others (2002), es fundamental mantener la elasticidad y permeabilidad dentinal con la finalidad de lograr una correcta hibridación del sustrato. La rigidez del tejido dentinal aumenta significativamente cuando este se deshidrata, ya sea por medios químicos o físicos (solventes orgánicos, aire...),

La rigidez del colágeno aumenta si el contenido de agua disminuye; además, la pérdida de agua condensa aún más la estructura tridimensional de la malla colágena debido al aumento de dobles enlaces entre las moléculas adyacentes que previamente se mantenían unidas por moléculas de agua (H₂O), la disminución del contenido hídrico de la dentina aumenta la densidad de empaquetamiento de la trama colágena y como consecuencia, disminuye la flexibilidad molecular.

La deshidratación con aire comprimido después del acondicionamiento ácido del sustrato, también se considera como un elemento capaz de inducir estrés en la malla colágena y causar el empaquetamiento y colapso de la misma.

Según Pashley & Carvalho (1997), si el agua permanece entre los espacios interfibrilares las propiedades del colágeno se mantienen casi inalteradas,

además que permite la penetración e interdifusión de los monómeros adhesivos.

Sin embargo la técnica de adhesión húmeda solo garantiza la entrada de los monómeros adhesivos en la red colágena, si el remanente de agua es eliminado por el vehículo del sistema adhesivo (Acetona / Etanol). Según Abate (2000), cuando el sistema adhesivo pierde o disminuye la concentración del solvente, este no será capaz de establecer una capa híbrida eficaz porque no logrará eliminar el remanente hídrico del sustrato dentinal y como consecuencia, los monómeros no se difundirán en la totalidad de la colágena, por lo tanto, se formarán zonas híbridas, el sellado biológico de los túbulos dentinales será ineficaz al igual que la polimerización del adhesivo.

De acuerdo a Jacobson (1995), cuando el agua no es totalmente eliminada durante el proceso de imprimación, ésta interactúa con el monómero funcional logrando que se desdoblén (químicamente) los componentes hidrófilicos e hidrofóbicos; además el contenido hídrico compite con los componentes hidrófilicos del adhesivo por ocupar los nanoespacios que han sido creados por el proceso de desmineralización, a este fenómeno se le conoce como sobrehidratación dentinal.

Con la finalidad de evitar la deshidratación o sobresaturación hídrica durante la ejecución de la técnica adhesiva húmeda Frankerberger & Others (1999), propusieron la utilización de esponjas absorbentes o puntas de papel como el método de control hídrico más efectivo.

Perdigao & Others (1999), sugieren el uso de sistemas adhesivos que posean HEMA (35%) en su composición (Ej.: Aquaprep – BISCO), ya que estos sistemas gracias a las propiedades inherentes a este componente, poseen la capacidad de rehidratar el sustrato dentinal y compensar la deshidratación inducida por el aire comprimido aplicado después de lavar y enjuagar el agente acondicionador.

Moléculas bi funcionales, utilizadas en los denominados primer's, o imprimadores, poseen un extremo altamente hidrófilico, capaz de humectar la dentina y en especial la malla colágena, preparándola para la unión. El otro

extremo es tipo hidrófobico apto para la unión del adhesivo respectivo o la resina compuesta.

- BIS.GMA Bisfenol-glicidil-metacrilato
- HEMA 2 Hidroxi-etil-metacrilato
- TEG.DMA Tri-etilen-glicol- dimetacrilato
- TEG.GMA Tri-etilen-glicol-glicidil-metacrilato.
- PEG.DMA Polietilen-glicol-dimetacrilato
- GPDM Gilcerol-propano-dimetacrilato
- DMA Dimetacrilatos
- MMPAA Poliacidos-dimetacrilato-modificado
- UDMA Dimetacrilato de Uretano
- HPMA Hidroxi-propil-metacrilato
- BPDM Bifenil-dimetacrilato.
- 4-META 4-metacril-oxi-etil-trimelitato-anhídrido.
- PENTA Ester-fosfonato-penta-acrilato

Sistemas adhesivos

NOMBRE	FABRICANTE	COMPONENTES
Scotchbond 2	3 M Dental	<p>Imprimador: Ácido Maléico- HEMA- H₂O- Copolímero de Ácido Polialquenoico.</p> <p>Adhesivo: BIS.GMA- HEMA- Camforoquinona.</p>
Syntac	Vivadent	<p>Imprimador: TEG.DMA- H₂O- Ácido Maléico- Acetona.</p> <p>Adhesivo: PEG.DMA- Glutaraldehído- H₂O. Diquetona.</p>
Optibond FL	Kerr	<p>Imprimador: HEMA- GPDM- PAM- Etanol- H₂O- Camforoquinona.</p> <p>Adhesivo: BIS.GMA- HEMA- GPDM- 48% Carga de Vidrio de Bario Aluminio Boro Silicato- Camforoquinona</p>
Permaquick	Ultradent	<p>Imprimador: HEMA- Balsamo Canada- Etanol- Ácido Metacrílico- Fosfato Monom- Camforoquinona.</p> <p>Adhesivo: BIS.GMA- TEG.DMA- Monómeros- Aminas Terciarias- Camforoquinona- 40% de</p>

		Carga de Vidrio.
Primer & Bond NT	Dentsply	Sistema adhesivo tipo Monofrasco BIS.GMA-UDMA - PENTA-Hidrofloruro de Cetilamina-Acetona- SiO ₂ nano filler-Canforoquinonas
P Q – 1	Ultradent	Sistema adhesivo tipo Monofrasco BIS.GMA-TEG.DMA- HEMA- Etanol-Ácido Metacrílico- 40% de Carga de Vidrio.
Single Bond	3 M Dental	Sistema adhesivo tipo Monofrasco BIS.GMA-HEMA- Copolímero de Ácido Poliacrílico Itaconico-DMA- Etanol- H ₂ O-Camforoquinona.
Excite	Vivadent	Sistema adhesivo tipo Monofrasco BIS.GMA-HEMA- MMPAA- Acrilato de Ácido Fosfónico- Etanol-Diquetona- Carga de Vidrio de Silice.
One Coat Bond	Coltene	Sistema adhesivo tipo Monofrasco UDMA-HEMA- HPMA- H ₂ O-Diquetona- Ácido poliacrílico- Carga de Vidrio de SiO ₂ .

Optibond Solo	Kerr	Sistema adhesivo tipo Monofrasco. BIS.GMA-HEMA-GPDM-Camforoquinona-Etanol-Carga de Vidrio de Bario Aluminio Boro Silicato.
---------------	------	---

5.3 Sistema adhesivo dual.

Pueden ser empleados con todos los tipos de materiales restauradores no adhesivos, promoviendo el sellado de la dentina. Existen sistemas adhesivos específicos para ser empleados debajo de aleaciones metálicas. En este caso la polimerización debe ser de tipo dual.

Sistemas adhesivos duales		
Nombre Fabricante	No de componentes	No de aplicaciones
Scotchbond MP Plus 3M	3	3
All Bond 2 Bisco	4	3
Opti Bond Dual Cure Kerr	3	2
P. & B. NT Dual Cure Denstply	2	1
Clearfil Liner B. 2V Kuraray	4	2

Estos sistemas son indicados en donde la luz de los fotopolimerizadores no alcanzan, como en la cementación de núcleos, incrustaciones y coronas. Para los diversos sistemas adhesivos, la forma de activación dual varía, debiendo siempre consultar las indicaciones de los fabricantes.

Algunos sistemas duales presentan un mayor número de componentes, por lo que necesitan más aplicaciones. Sin embargo la selección del sistema debe basarse en el dominio de la técnica adhesiva.

Existen, sistemas adhesivos que, según los fabricantes pueden ser aplicados en la preparación y en el interior de las piezas y fotopolimerizarlos antes del asentamiento. Estos fabricantes afirman que el espesor de la película producida por tales materiales es muy delgada, y no interfiere en el asentamiento de las restauraciones.

Como ejemplo de estos sistemas tenemos el One Step y el Excite. Sin embargo antes de realizar este procedimiento, se deben leer las instrucciones del fabricante del sistema adhesivo que será utilizado, verificando si es indicado en estos casos.⁴

5.4 Adhesivos para amalgama

Se sabe que la restauración de amalgama a pesar de sus ventajas, posee el inconveniente de no ser adhesiva a la superficie dentaria, la pieza dentaria restaurada con amalgama esta predispuesta a una fractura por el debilitamiento de la estructura que produce la preparación cavitaria, además a través de la interfase amalgama – diente, se produce gradualmente una microfiltración. Los adhesivos que se utilizan para amalgama deben ser de autocurado o de curado dual porque si fueran solo fotopolimerizables , al ser la amalgama un material opaco no transmitiría la luz y no se lograría la completa polimerización del interior.³ Uno de los productos más utilizados es el panavia de Kuraray, es un cemento de composite que endurece en ausencia de aire porque el oxígeno lo inhibe y evita su endurecimiento, otros adhesivos para amalgama son: Amlagambond Plus (Parkell), All- Bond 2 (Bisco), Optibond; Nexus (Kerr), Scotch Bond MP plus (3M), clear fil liner bond (Kuraray), cementos de iónomero con resina, adhesivos de 4ª y 5ª generación más un cemento de resina.

Con cualquiera de estos adhesivos , la técnica por seguir es la siguiente:

- A) Preparación de la superficie dentaria: se acondiciona la superficie dentaria haciendo el grabado ácido del esmalte y la dentina con el acondicionador que necesite el adhesivo específico que se va a utilizar. En el caso de cementos de ionómero con resina, se utiliza el primer del producto.
- B) Colocación de las distintas capas adhesivas, primer, promotores de adhesión, adhesivos, etc.
- C) Condensación de la amalgama sobre el adhesivo fresco, que aun no ha endurecido.
- D) Esperar el endurecimiento o activarlo con luz en el caso de que sea de curado dual.

Técnica con la utilización de amalgabond.

1. acondicionamiento de la superficie esmalte dentina con el activador A (solución de ácido cítrico al 10 %, cloruro férrico al 3% y alcohol polivinílico al 3% se deja de 20 a 30 segundos para que actúe sobre la superficie, luego se lava y se seca.
2. se coloca el agente adhesivo AA, que es un primer que contiene hidroxietilmetacrilato (HEMA) y un éter monometílico de hidroquinona que actúa sobre la superficie de la dentina para aumentar la humectancia para facilitar la adhesión del adhesivo, el agente adhesivo AA no se debe lavar, ya que seca perfectamente en la superficie después de dejarlo actuar 30 segundos.³
3. Colocación del adhesivo amalgabond base B y catalizador C que contiene 4 META y tributil borano. Como este producto seca rápidamente y la amalgama debe ser colocada cuando el adhesivo aún este húmedo, se debe preparar simultáneamente la amalgama. Se tritura la amalgama, se coloca una gota de adhesivo AA en un recipiente y se le agregan 2 gotitas de catalizador denominado TBB.

Se mezclan rápidamente y se pincelan sobre la cavidad, inmediatamente se condensa la amalgama con el adhesivo húmedo con exceso para que la cubra completamente. Se espera el tiempo de endurecimiento de la amalgama y se

procede al tallado y terminado. El adhesivo polimerizara por dentro de la amalgama, uniéndose al diente por traba micro mecánica y químicamente a la superficie interna de la amalgama en sus capas inferiores.

Se puede utilizar ionómero de vidrio para conseguir la adhesión de la amalgama al diente aunque con valores de adhesión reducidos, si se ha colocado una base de ionómero de vidrio y ya esta dura, se puede aumentar levemente su capacidad adhesiva , mediante la humectancia de ácido poliacrílico al 10% que se frota sobre la superficie del ionómero y no se lava. Mas efectiva resulta la unión de la amalgama sobre el ionómero cuando todavía esta endureciendo para lo cual una vez colocada la base de ionómero de vidrio y antes de que allá endurecido se comienza la condensación de la amalgama. Se logra mejor adhesión con los ionómeros modificados con resina, por ejemplo: Vitremer, Advance, Fuji Plus u otros que tienen la capacidad de endurecimiento dual.³

Ventajas.

La utilización de adhesivos mejora los siguientes aspectos de las restauraciones de amalgama:

- a) sellado hermético de la dentina,
- b) ausencia de sensibilidad pos operatoria,
- c) moderado refuerzo de la estructura dentaria y,
- d) disminución de la microfiltración.

Desventajas.

- a) aumenta el tiempo total de la restauración,
- b) aumenta el costo de la restauración por los adhesivos utilizados y por el tiempo empleado,
- c) requiere de aislamiento con dique de goma para que la adhesión sea efectiva,
- d) los resultados varían según los productos empleados,
- e) se desconoce la eficacia de la técnica a largo plazo.³

5.5 DESENSIBILIZADORES.

Para el tratamiento convencional (aquellos casos en que no este indicada la restauración de las exposiciones de la dentina o el cemento que provocan sensibilidad dental se usan dentríficos desensibilizadores con nitrato potásico y fluoruros tópicos.

Para eliminar este problema se puede aplicar una capa fina de adhesivo dentinario a modo de barniz sobre la dentina. Este método permite también desensibilizar las preparaciones coronales y cavitarias en las técnicas indirectas. La capa de adhesivo debe tener un espesor mínimo para permitir el correcto asentamiento de las restauraciones indirectas.

Productos

All Bond Ds (Bisco)	Microprime (Danvile Materials)
D/Sense (Centrix)	Gel-Kam Dentin Bloc (colgate)
Desezal (lang)	Gluma Desensitizer (Heraeus Kulzer)
Superseal (phoenix)	Hurriseal (Beutlichh Pharma)
Health-Dent Desensitizer (Healthdent)	

Técnica

1. Examinar la zona para asegurarse de que la dentina esta libre de caries
2. Limpiar la superficie.
3. Enjuagar la superficie después de restregar con el limpiador incluido en el sistema para eliminar el barrillo dentinario (digluconato de clorexidina al 2 %)
4. Secar con aire, manteniendo cierta humedad.
5. Mezclar los dos agentes preparadores, y aplicar 5-6 sin dejar secar entre aplicaciones.
6. Secar con aire durante 15 segundos y fotopolimerizar durante 20 segundos.

7. Comprobar la sensibilidad del paciente con la jeringa de aire para determinar si ha desaparecido el problema. En caso contrario volver a aplicar 5 o 6 capas.⁸

5.6 Aplicaciones clínicas de los sistemas adhesivos.

Existen materiales adhesivos que intencionalmente son más viscosos debido a la presencia de partículas de carga y que no deberán ser utilizados para la cementación. De acuerdo con la literatura se muestra que los sistemas adhesivos, en combinación con los actuales cementos resinosos ofrecen la posibilidad de unir las restauraciones de porcelana de polímeros no convencionales e incluso metálicas a las preparaciones cavitarias.

Esta situación adhesiva permite solucionar situaciones clínicas estéticas o funcionales donde las preparaciones son expulsivas y las coronas clínicas demasiado cortas para facilitar una mecánica compatible con la retención exigida. El éxito de estas restauraciones depende del éxito de la unión entre diente / cemento y restauración. Para la realización de estas cementaciones adhesivas, la técnica es de gran sensibilidad y exige todos los cuidados de las fases operatorias entre ellas el aislamiento absoluto. Debido a esta exigencia, la indicación del tipo de restauración también queda restringida a los siguientes casos.

1. restauraciones directas con resina compuesta , clases I, II, III, IV, y V
2. restauraciones indirectas de compomeros, porcelana (inlays, onlays y carillas de porcelana)
3. restauraciones de amalgama para disminuir la microfiltarción
4. antes de la cementación de restauraciones metálicas coladas, núcleos y coronas.
5. sellado de los túbulos para eliminar la sensibilidad dentinaria
6. completar la impermeabilización de la cavidad después del uso de protectores pulpares.
7. unir la dentina a los cementos resinosos

8. impermeabilizar la superficie de preparaciones protésicas sin dientes vitales, antes de la cementación.

9. como sellador de superficie, con restauraciones de resina compuesta para sellar las microfisuras.⁴

5.7 Procedimientos clínicos.

Los métodos utilizados para aplicar los adhesivos dentinarios de 4ª y 5ª generación son parecidos. A continuación se explicara paso a paso el proceso de aplicación de un adhesivo de varios componentes aceptado por la ADA.

Técnica clínica para adhesivos de varios componentes.

Instrumental:

Explorador, espejo bucal, sonda periodontal, anestésico adecuado, preparativos para el dique de goma, pieza de mano de alta velocidad y fresas. Pieza de mano baja velocidad, fresas, mandril y discos de pulir. Resina fotopolimerizable, ionómero de base o dycal si se necesita para zonas profundas, ácido ortofosfórico, preparador para la adhesión dental (p. Ej., Syntac primer, ivoclar vivadent) Adhesivo dental (p.Ej., Syntac adhesive ivoclar – vivadent). Composite elegido (p. Ej., Heliobond, ivoclar vivadent).

Técnica clínica.

1. Examinar la zona para determinar la extensión de la lesión cariosa y valorar la salud periodontal.
2. Administrar anestésico local si es necesario.
3. Aislar la lesión con el dique de goma (si no se va a usar dique de goma hay que aislar adecuadamente la preparación o no se obtendrá una adhesión adecuada a la dentina satisfactoria. Se puede colocar hilos de reacción.
4. Limpiar la superficie dental con polvo de piedra pómez sin flúor para poder valorar bien el color dental, y conseguir una superficie libre de placa dental, restos y cálculo.

5. Preparar la cavidad según un método convencional con la pieza de alta velocidad y fresas con adecuado corte.
6. Utilizar fresas de bola de carburo para eliminar la caries, utilizar además fresas para preparar ranuras, surcos y puntos de retención para mejorar la retención mecánica, (cuanto mayor sea el número de paredes en la preparación, mayor es el estrés generado, la existencia de ángulos internos también puede contribuir para la concentración de estrés, pudiendo causar fallos en la interfase, por lo tanto los ángulos internos para una restauración estética deben ser redondeados. Es aconsejable preparar un bisel en el esmalte.
7. En las preparaciones cavitarias profundas (que queden aprox., 05 mm o menos de la pulpa), aplicar una base de hidróxido de calcio resistente a los ácidos o una base de ionómero para proteger los tejidos pulpares esta base debe tener la menor superficie posible para dejar al descubierto una cantidad adecuada de dentina para la adhesión.
8. Aplicar el gel de ácido ortofosfórico (técnica de grabado total) sobre toda la preparación cavitaria durante 15 – 20 segundos.
9. Asegurándose de que la dentina quede húmeda (no empapada) secar con una esponja, un aplicador seco o puntas de papel (no secar con aire directo a la dentina)
10. Aplicar el adhesivo a todas las superficies con un pincel o un aplicador pequeño, durante 20 segundos con suaves movimientos de agitación. No restregar nunca con fuerza.
11. Evaporar suavemente los disolventes con un chorro de aire muy flojo.⁸
12. Aplicar el adhesivo a toda la preparación por segunda vez, se debe usar aire flojo para evaporar los disolventes durante 15 segundos.
13. Aplicar una capa fina de resina adhesiva (Heliobond) y eliminar el exceso con una esponjilla o un aplicador. Si es un adhesivo con relleno y no se precisa una nueva capa de resina.
14. Fotopolimerizar la resina durante 15 o 20 segundos.

15. Restaurar la preparación cavitaria con los composites restauradores elegidos, (cuanto mayor sea el volumen de resina aplicado en una restauración directa, mayor será el estrés de la contracción por polimerización, por lo tanto se debe colocar la resina con la técnica de inserción por incremento). Acabar y pulir la restauración.

16. Se puede aplicar y fotopolimerizar una capa de resina para "sanear" las grietas superficiales producidas durante el acabado y pulido, que podrían producir posteriormente manchas marginales.

Técnica para adhesivos de un solo componentes.

Instrumental. El mismo que para el de varios componentes

Técnica clínica.

1. Examinar la zona para determinar la extensión de la lesión cariosa, valorar salud periodontal.
2. Anestésiar si es necesario.
3. Aislar con dique de goma.
4. Limpiar la superficie con piedra pómez sin flúor.
5. Preparar la cavidad con fresas bien afiladas.
6. Aplicar una base ácido resistente para proteger el complejo dentino pulpar.
7. Aplicar el ácido grabador por 15-20 segundos
8. Eliminar el gel con chorro de agua por 20 segundos, asegurándose que la dentina quede húmeda, secar ligeramente.

9. Aplicar el adhesivo de un solo componente (Ej., Single Bond 3M) utilizando suficiente material para saturar con adhesivo la preparación durante 20 segundos (de acuerdo con las instrucciones del fabricante)
10. Evaporar suavemente los disolventes con chorro de aire flojo de 5 a 10 segundos.
11. Fotopolimerizar el adhesivo durante 10 segundos, algunos fabricantes recomiendan una segunda aplicación.
12. Aplicar el composite de forma gradual para limitar los efectos de la contracción de polimerización.⁸

CAPÍTULO VI

REPERCUSIONES CLÍNICAS EN LA ADHESIÓN DENTINARIA.

6.1 Retracción en la polimerización.

En el momento de la retracción de polimerización, el composite tiende a despegarse de las paredes y a perder estanquidad. Varios estudios indican que, si se coloca un adhesivo entre el composite y las estructuras mineralizadas, la fuerza de adhesión es más rápida y más intensa que la fuerza de tensión de la polimerización. Por esta razón es necesario realizar un biselado antes del grabado ácido, la distribución de las fuerzas de contracción se repartirán sobre una superficie de esmalte más amplia, en cuanto a dentina la retención global del material mejora.

6.2 Estanquidad

Estudios comparativos en cuanto a preparaciones tratadas con o sin adhesivos dentinarios, han demostrado que el uso de estos, va a reducir las filtraciones marginales.

6.3 Repercusiones biológicas.

El composite puede tener efectos tóxicos, sobre todo si la dentina residual es menor de 2 mm, el adhesivo dentinario tiene repercusiones menores o inexistentes en comparación con el composite, si las hay van a disminuir con el tiempo. En cavidades profundas, es necesaria la colocación de liners.

6.4 Repercusiones en la técnica operatoria.

Los pasos para la preparación han variado poco con respecto a los propuestos por Black, como retención, resistencia y extensión se realizaban a expensas del tejido dental sano, aumentando la destrucción a la lesión cariosa.

La Odontología adhesiva, propone la realización de cavidades más conservadoras, el esmalte no soportado ya no se elimina, el composite parece reforzar las estructuras dentarias. Así podemos realizar principios adaptables a las situaciones clínicas.

Sensibilidad pos operatoria.

Se debe más a falta de estanquidad, que permite el paso de bacterias, que al poder tóxico de los materiales. La impermeabilización de la dentina con los agentes adhesivos es un elemento de prevención del dolor, además de una adecuada técnica de aislamiento absoluto.

Problemas de la zona cervical.

En un 10% la unión amelo - cementaria, presenta anomalías, la presencia de cemento puede constituir inconvenientes. En esta zona la aplicación del adhesivo, debe ser cuidadosa ya que el adhesivo tiende deslizarse hacia el suelo cervical, donde forma una capa más espesa de lo necesaria. Cuanto menor sea el espesor de la unión, mejor será la resistencia de esta unión.

CONCLUSIONES

La Odontología adhesiva esta sujeta a constantes cambios ya que nuevos materiales se introducen en el mercado dental. Los sistemas adhesivos han cambiado los criterios en cuanto a la preparación de cavidades que determinaban la necesidad de retenciones adicionales en el caso de las amalgamas y anclaje y estabilidad en el caso de las incrustaciones, el advenimiento de conocimientos preventivos limitantes del desarrollo de caries, nos permite el tallado de preparaciones cavitarias conservadoras limitadas en su extensión y en algunos casos, solo a reemplazar el material dentario perdido, además de poder realizar restauraciones estéticas al poder adherir no solo los diferentes tipos de resinas si no también cerámicas.

Actualmente, existe la odontología nanométrica, que para los adhesivos, las nanopartículas refuerzan al adhesivo, manteniendo sus propiedades esenciales de adhesión de alto rendimiento. Las investigaciones realizadas con respecto a los adhesivos dentinarios se enfoca principalmente en sintetizarlos con un menor número de componentes y pasos clínicos a pesar de que en la técnica de adhesión no signifique mejoras en la fuerza de adhesión o una disminución en el tiempo de trabajo. Cabe destacar que cada sistema adhesivo es único, característico y especial, por esta razón se recomienda seguir las indicaciones del fabricante del sistema de elección aunque la mayoría coincida en las indicaciones y aplicaciones. Finalmente para lograr el éxito de la técnica adhesiva, es indispensable tener especial cuidado en cada uno de los pasos a seguir, ya que el descuido en alguno de ellos nos puede conducir al fracaso de la restauración. Es necesario el aislamiento absoluto, ya que no es posible realizar Odontología adhesiva en optimas condiciones si no se realiza el aislamiento, además de que pueden haber cambios en la superficie dental, disminuyendo la capacidad de adhesión por contaminación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Baratieri Luis Narciso, Restauraciones adhesivas directas en dientes anteriores fracturados, 2ª edición, 2004, editorial AMOLCA, pp. 57 – 71.
2. Barcelo Federico Humberto, Jorge Mario Palma Calero, Materiales dentales, conocimientos básicos, 2ª edición, 2004, editorial trillas, pp. 27 –33.
3. Barrancos Money, Operatoria Dental, 3ª edición 2002, editorial médica panamericana, pp. 585 – 592.
4. Bottino Marco Antonio, Estética en Rehabilitación oral, Metal Free, 1ª edición 2001, editorial artes médicas de Latinoamérica., pp. 27 – 67.
5. Combe. E. C., Materiales Dentales 1a edición, 1990, editorial Labori S.A., pp. 119 – 123.
6. Chain Marcelo C, Restauraciones Estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores, editorial artes médicas latinoamericana, 1ª edición 2001, pp. 29 – 45.
7. Guzmán Baez Humberto j., Biomateriales Odontológicos de uso clínico, 3ª edición 2003, editorial ECOE ediciones, pp. 29 – 41, pp. 208 – 226.
8. Kennet W. Aschhein, Odontología estética, una aproximación a las técnicas y materials, 2a edición 2002, editorial Mosby, pp.41 –52.
9. Phillips, Kenneth J, Anusavice, ciencia de los materiales dentales, 10ª edición, 1998, editorial Mc Graw Hill interamericana, pp. 26 – 30.
10. Roth, los composites, 1994, editorial Masson, pp. 35 – 38.

11. Abreu Rixio Jesús, Adhesión en Odontología Contemporánea I y II.
www. Odontología- online/casos/part. html
12. Camejo S. Valentina, Adhesivos para amalgama revisión de la literatura. www. Encolombia.com /scodb2- adhesión 8. htm.
13. Leinfelder Karl, Adhesión,
www.Sdpt.net/adhesivos7generación.html
14. Vargas Beltrán Omar, Sistemas contemporáneos de adhesión.
www. Actaodontologica/43-2- 2005