



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DESPROTEINIZACIÓN EN EL PROCESO DEL  
GRABADO TOTAL EN LA TÉCNICA DE LA ADHESIÓN.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

*C I R U J A N A   D E N T I S T A*

P R E S E N T A:

CYNTHIA CASTRO RIVERA

TUTORA: C.D. MARÍA DEL CARMEN LÓPEZ TORRES

ASESORA: C.D. MARÍA GABRIELA MOSCOSO ZENTENO

MÉXICO, D.F.

2009



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **AGRADECIMIENTOS**

Es difícil agradecer a cada una de las personas que siempre estuvieron apoyándome en esta etapa importante de mi vida, creo que ninguna merece mayor o menor reconocimiento pues todas de una u otra manera son parte de esto que está a punto de concluir y por lo que siento mucha satisfacción.

A mis padres NICO y ADÁN por creer en mí, por el apoyo incondicional de siempre, por las preocupaciones, desvelos y malos ratos que les hice pasar. Gran parte de lo que soy es gracias a ustedes, a su ejemplo, los quiero y los admiro mucho.

A EZEQUIEL por soportar este camino tan duro, por compartir uno a uno mis éxitos y fracasos, pero sobre todo por tú apoyo en esos momentos tan difíciles, por ser la persona más maravillosa e importante de mi vida, que a pesar de los problemas logramos estar juntos y realizar todos nuestros sueños. Gracias por tu amor y por todo.

A mis HERMANITAS y HERMANITO por echarme porras y por hacerme sentir muy bien, por ayudarme en varias ocasiones y porque a pesar de todo siempre estaremos juntos. Los quiero mucho.

A mis mejores amigos CLAUS, VIRI, ADRIANA, DIANA, RICARDO... por todos los momentos que vivimos juntos, por los lazos de hermandad que construimos y por haber llegado al final sin rivalidades ni enojos.

A la C. D. María del Carmen López Torres y a la C. D. Gabriela Moscoso Zenteno por su apoyo y paciencia para el desarrollo de este trabajo, creo que sin su asesoría esto no hubiera sido posible. Gracias.

A mis maestros por todas sus enseñanzas en el ámbito profesional y consejos de la vida.

## INDICE

INTRODUCCIÓN	5
Capítulo 1. DESPROTEINIZACIÓN.	
1. Concepto	7
2. Antecedentes	8
3. Mecanismo de acción del Hipoclorito de sodio	10
4. Efecto del Hipoclorito de Sodio sobre el esmalte	12
5. Efecto del Hipoclorito de Sodio sobre dentina	13
6. Desarrollo y características esenciales	16
Capítulo 2 PROCESO DE GRABADO	
1. Antecedentes	22
2. Acondicionador o Agente Grabador	23
3. Acondicionamiento adamantino	24
3.1 Patrones de acondicionamiento del esmalte	24
3.1.1 Tipo I	24
3.1.2 Tipo II	25
3.1.3 Tipo III	25
4. Acondicionamiento de la dentina	25
4.1 Barrillo dentinario	26
5. Grabado Total	28
Capítulo 3. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE ADHESIÓN	
1. Concepto de Adhesión	29
2. Clasificación de adhesión	30
2.1 Adhesión Física	30
2.1.1 Macromecánica	30
2.1.2 Micromecánica	31
2.2 Adhesión Química o Especifica	31
3. Humectancia	32
4. Ángulo de contacto	33

## Capítulo 4. TEJIDOS CALCIFICADOS DEL DIENTE Y MECANISMOS DE ADHESIÓN

1. Histología de los Tejidos Calcificados del diente	35
1.1 Tejido adamantino	35
1.2 Tejido dentinario	37
1.2.1 Estructura dentinaria tubular	37
2. Antecedentes	40
3. Mecanismo de adhesión al esmalte	42
4. Mecanismo de adhesión a la dentina	44
4.1 Capa híbrida	44
4.2 Tags de resina	47

## Capítulo 5. ADHESIVOS

1. Perspectiva Histórica	49
2. Características Óptimas de un adhesivo	51
3. Componentes de un adhesivo	52
3.1 Acondicionador	52
3.2 Resinas hidrofílicas	52
3.3 Resinas hidrofóbicas	52
3.4 Activadores	53
3.5 Relleno inorgánico	53
3.6 Solventes	53
4. Indicaciones de un adhesivo	54
5. Tipos de solventes	55
5.1 Acetona	55
5.2 Alcohol	56
5.3 Agua	56
CONCLUSIONES	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59



## INTRODUCCIÓN

La adhesión a la estructura dental es uno de los temas más estudiados en Odontología, y gracias al desarrollo de los adhesivos, hoy podemos ampliar nuestras posibilidades de tratamiento, realizando restauraciones adhesivas directas o indirectas y mejorando la protección dentino pulpar.

Aunque la adhesión al esmalte con la utilización del proceso de acondicionamiento ácido propuesto por Buonocore se ha considerado como un procedimiento seguro y eficaz, la unión a la dentina todavía es un desafío, principalmente en los bordes de cavidades donde el esmalte está ausente.

La estructura peculiar de la dentina, hace que la adhesión sea extremadamente más compleja que la retención micromecánica obtenida en el esmalte. Por lo tanto, es de suma importancia tener un completo conocimiento de las características químicas y estructurales del sustrato con el cual va a interactuar, así como la composición del adhesivo que se va a utilizar, para que el profesional sea capaz de obtener un mejor aprovechamiento de los materiales adhesivos actualmente disponibles.

Es así como día a día, se pretende que mediante la aplicación de nuevos procedimientos logremos adhesión a la dentina, tan eficaz como la que se consigue con el esmalte, por ello son muchos los estudios e investigaciones que recientemente se han realizado en el campo de la odontología adhesiva; figurando conceptos como la desproteínización y el papel que el Hipoclorito de Sodio desempeña en esta.



Es poca la información que se tiene acerca de este tema y pocos los trabajos de laboratorio que están sustentados para saber que tan eficaz y conveniente es la desproteínización, sin embargo esta menciona que mediante la eliminación del contenido proteico de la dentina y la capa superficial de la biopelícula podremos lograr un medio adherente lo suficientemente adecuado para evitar fracasos y fallas en la técnica de la adhesión.

Por ello considero que es de suma importancia realizar un enfoque y estudio bibliográfico que nos permita desarrollar nuestros conocimientos acerca de la importancia que tiene la realización de este procedimiento dentro del proceso de grabado total y el mecanismo de adhesión a los distintos tejidos dentarios.



## CAPITULO 1.

### DESPROTEINIZACIÓN

#### 1. Concepto

Es la remoción de la biopelícula que se encuentra en la superficie de todos los dientes, así como la eliminación del colágeno de las superficies previamente acondicionadas, a través del empleo de sustancias como el hipoclorito de sodio o el alcohol, que son capaces de disolver el contenido proteico y de alguna manera minimizar los inconvenientes de la técnica de hibridación, propiciando así un sellado marginal adecuado, sin que haya alteración en la resistencia adhesiva.

Esta técnica se propuso para los adhesivos de grabado total y pretendía eliminar el barrillo dentinario y a la vez favorecer el contacto directo entre adhesivo y superficie dentinaria.<sup>1</sup>

Siguiendo estos pasos se observan patrones de adhesión muy buenos sin presencia de capa híbrida y con superiores fuerzas de adhesión, a la vez se aprecia un gran entramado de tags de resina que penetran incluso por la multitud de canales intertubulares que aparecen tras la desproteínización con hipoclorito.<sup>2</sup>



## 2. Antecedentes

Muchas son las investigaciones que buscando una superficie dentinaria más propicia para la adhesión y partiendo de la idea de que el colágeno no ofrece garantías de durabilidad y además es el principal obstáculo para conseguir una adecuada capa híbrida; es que varios autores proponen eliminar esta capa de colágeno. Tomando como base esto es que se hicieron los primeros trabajos de desproteínización, eliminando con la ayuda del hipoclorito de sodio las fibras colágenas superficiales de la dentina, con ello se conseguía una superficie dentinaria muy atractiva para la adhesión; sin elementos orgánicos lábiles y con una superficie mineral más parecida a la que tenemos en el esmalte; que presenta los túbulos más abiertos para recibir a la resina. Cuando se aplicó resina esta penetraba perfectamente en estas estructuras y no solo formaba tags más largos sino que también aparecían ramificaciones laterales en los túbulos dentinarios infiltradas por resina.<sup>1, 2</sup>

Uno y Finger descubrieron que los patrones de adhesión que se formaban no eran estables en el tiempo, a diferencia de las uniones que disponen de capa híbrida, es decir, sin capa híbrida se consiguen uniones más fuertes, pero más rígidas y por tanto menos duraderas. También observaron que a medida que se exponía la dentina a mayores tiempos de desproteínización eran cada vez menores la fuerza de retención, mientras que la filtración permanecía en niveles parecidos a los de la adhesión con capa híbrida. Sin embargo, si a la superficie grabada con ácido y desproteínizada con hipoclorito le aplicásemos un adhesivo



autograbante, lograríamos eliminar el barrillo dentinario, desinfectar la superficie cavitaria, obtener un adecuado patrón de grabado del esmalte y a la vez observaríamos la formación de una nueva capa híbrida gracias al efecto ácido del *primer*, sin el riesgo de dejar una línea de colágeno desmineralizado no impregnado.<sup>3</sup>

Lai y cols han demostrado una mejora en la adhesión a sustrato dentinario desproteínizado con el uso de ácido ascórbico que resulta una aportación muy interesante en el futuro para estas técnicas.<sup>2</sup>



### 3. Mecanismo de acción del Hipoclorito de sodio

Es un compuesto químico resultante de la mezcla de cloro, hidróxido de sodio y agua. Fue desarrollado por el francés Berthollet en 1787 para blanquear telas. Luego, a finales del siglo XIX, Luis Pasteur comprobó su poder de desinfección, extendiendo su uso a la defensa de la salud contra gérmenes y bacterias.

Según Estrela y Cols., las acciones del hipoclorito de sodio operan mediante tres mecanismos:

- a) Saponificación, donde actúa como un solvente orgánico que degrada los ácidos grasos hacia sales ácidas grasas (jabón) y glicerol (alcohol), reduce la tensión superficial de la solución remanente.
- b) Neutralización, donde el hipoclorito de sodio neutraliza aminoácidos formando agua y sal.
- c) Cloraminación. La reacción entre el cloro y el grupo amino forma cloraminas que interfieren en el metabolismo celular. El cloro posee una acción antimicrobiana inhibiendo enzimas esenciales de las bacterias por medio de oxidación.



La acción bactericida y de disolución de tejidos del hipoclorito de sodio puede ser modificada por tres factores: concentración, temperatura y pH de la solución.

Se ha estudiado la efectividad de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio con respecto a su acción solvente y bactericida.

Varios investigadores están de acuerdo en que las soluciones con una concentración más alta de hipoclorito de sodio son más efectivas que las soluciones con concentraciones más bajas.



#### 4. Efecto del Hipoclorito de Sodio sobre el esmalte

Sobre este tejido se realizaron las primeras investigaciones pues se observó que la adhesión al esmalte no siempre era tan eficaz, debido a la existencia de la biopelícula (formada por proteínas provenientes de la saliva) que impedía que el ácido grabador actuará de manera adecuada.

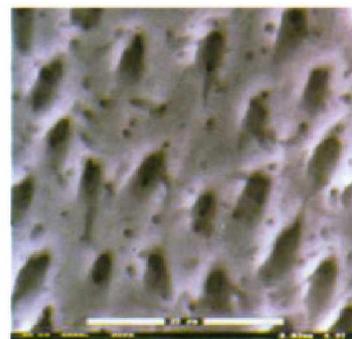
Es cuando se propone el uso de un agente desproteínizante, en este caso el Hipoclorito de sodio en una concentración al 6% que es capaz de remover físicamente la biopelícula, dejando así un sustrato adecuado para la adhesión.

#### 5. Efecto del Hipoclorito de Sodio sobre dentina

En la actualidad son utilizados en distintos procedimientos odontológicos, soluciones basadas en hipoclorito de sodio, teniendo como base su acción desproteínizante no específica. La disolución de las fibras colágenas ocurre por el hecho de que el NaOCl es un agente proteolítico no específico que efectivamente remueve componentes orgánicos a temperatura ambiente.<sup>2</sup>



*Figura 2. La capa de colágeno desmineralizado que queda en la superficie de la dentina grabada dificulta el contacto directo de la resina con la superficie calcificada de la dentina.*



*Figura 3. Tras la aplicación del hipoclorito sódico desaparece el colágeno dejando al descubierto multitud de canalillos intertubulares.*



La aplicación del hipoclorito de sodio al 10% por 1 minuto, sobre las superficies dentinarias desmineralizadas provoca la disolución de las fibras colágenas expuestas. Esa acción genera una superficie con morfología alterada, caracterizada por un aumento en la apertura de los túbulos dentinarios y grandes irregularidades en la dentina peritubular.

Las superficies dentinarias acondicionadas y posteriormente tratadas con NaOCl al 10%, por dos minutos, revelaron: aumento de la permeabilidad debido a la remoción de los componentes orgánicos; mantenimiento de la estructura dentinaria subyacente y un aumento del diámetro de los túbulos en la región superficial.

A pesar de que el hipoclorito de sodio posee capacidad disolutiva sobre sustancias orgánicas, las alteraciones promovidas por esa solución en la estructura dentinaria dependen del grado de mineralización del substrato, así como de la presencia de barro dentinario. Imágenes de microscopia electrónica de barrido (MEB) revelaron que con el empleo único del NaOCl al 13% se observaron superficies dentinarias parcialmente cubiertas por smear layer, con pocos túbulos visibles. La realización de un acondicionamiento ácido y subsiguiente aplicación del hipoclorito de sodio, propició superficies bastante porosas y rugosas, con apertura de los túbulos dentinarios, como también de los orificios más pequeños en la dentina intertubular - ramificaciones laterales -. Así, la actuación del hipoclorito sobre las superficies no acondicionadas, limita su acción proteolítica, resultando en una desproteínización incompleta.



En un estudio morfológico de las superficies dentinarias tratadas con hipoclorito de sodio al 5% se observaron superficies con aspecto morfológico con respecto a las poco acondicionadas. Los análisis en MEB revelaron una mayor cantidad de túbulos, con apertura más ancha, mientras que en imágenes en microscopio de fuerza atómica (AFM), se observo mayor profundidad de los túbulos, posibilitando la visualización de un extenso laberinto de túbulos secundarios laterales y en anastomosis, los cuales se comunicaban con el área íntertubular y la región próxima a la superficie.<sup>4</sup>

La remoción de la capa rica en fibras colágenas evitaría problemas relacionados con la poca humedad dentinaria y la penetración del agente adhesivo en el colágeno colapsado. La dentina tratada con NaOCl parece ser más compatible con los materiales hidrofóbicos que la dentina acondicionada, pues, altera la superficie de la dentina y puede cambiar sus propiedades hidrofílicas, transformándola en una superficie rica en mineral, semejante al esmalte dentario.

Después del tratamiento con el NaOCl, se espera que la dentina se torne más húmeda, ya que la desproteínización genera una superficie mineralizada, naturalmente hidrofílica. Otros beneficios clínicos asociados al empleo del NaOCl, comprenden la desinfección y limpieza de los tejidos duros dentales, debido a su capacidad antimicrobiana y solvente.<sup>2</sup>



El hipoclorito de sodio, también torna solubles las fibras existentes en la matriz mineralizada subyacente, creando porosidades submicrométricas en la fase mineral. <sup>4</sup>

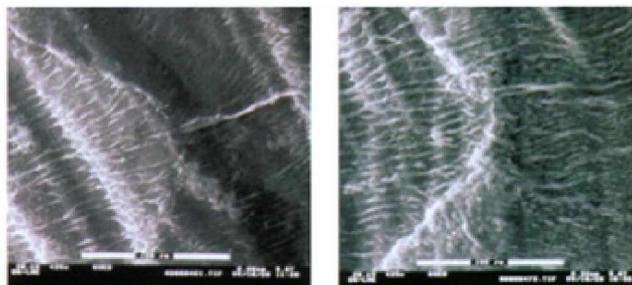


## 6. Desarrollo y Características esenciales

La dentina desprovista de colágeno se muestra más favorable para la obtención de valores altos de resistencia adhesiva que un sustrato rico en colágeno. Algunas investigaciones evidencian que la desproteínización aumenta significativamente la fuerza de unión, otras demuestran resultados inferiores o hasta semejantes, cuando son comparados con el protocolo adhesivo convencional.

Los resultados y las variaciones de estos estudios dependerán desde el tipo de test empleado (tracción, micro tracción, desalojamiento o microfiltración) hasta el tipo de diente utilizado (humano o bovino).

Los aspectos morfológicos de las interfaces adhesivas de los sustratos son un indicativo para explicar porque la remoción del colágeno propicia resultados mejores en relación a la adhesión. Posiblemente, la obtención de túbulos dentinarios extensos después de la aplicación del NaOCl permite que una mayor cantidad de adhesivo interactuase con la dentina, lo que aumentaría la resistencia adhesiva. <sup>2</sup>



*Figuras 5 y 6. El aspecto de los tags de resina formados en una cavidad grabada y desproteínizada con hipoclorito ofrece un aspecto aparentemente mucho más retentivo que cuando no se aplica el hipoclorito. La fig. 5 (izquierda) muestra el aspecto de la resina aplicada en la interfase entre esmalte (derecha) y dentina (izquierda) bajo la cúspide mesial de un molar tras aplicar grabado, adhesivo y composite y la fig. 6 (derecha) el aspecto de la resina aplicada en la interfase entre esmalte y dentina bajo la cúspide distal del mismo molar pero lavando con hipoclorito sódico tras el grabado.*



Así, los tags resinosos más anchos podrían aumentar la retención de esas prolongaciones sobre la resistencia adhesiva total, debido a las partículas de nanorelleno que contiene el adhesivo y a las porosidades existentes de la dentina intertubular, aumentando, la fuerza de adhesión.

El proceso adhesivo depende de la amplitud de la luz de los túbulos, de la penetración del sistema adhesivo a la dentina tratada, de la proyección de los cristales de hidroxiapatita en la matriz colágena y de una posible interacción química en la interface dentina-resina. Se realizó una investigación, evaluando la influencia del hipoclorito de sodio al 12.5% en las superficies dentinarias, después del acondicionamiento ácido, para comprobar así la resistencia adhesiva a la tracción de los sistemas adhesivos Single Bond (3M Dental Products - SB) y One Coat Bond (Coltène - OC). En comparación con el protocolo adhesivo convencional, la aplicación del hipoclorito, por 1 minuto, propició un incremento en la fuerza de unión de 4.5 MPa (SB) y 4.9 MPa (OC).

A pesar de eso, no todas las investigaciones revelan esa optimización en la adhesión; se realizaron estudios de laboratorio en dientes bovinos y humanos, con el objeto de verificar el grado de interferencia del hipoclorito de sodio al 10% sobre la adhesión dentinaria. Los resultados de los test de resistencia adhesiva al desalojamiento revelaron una disminución de los valores de fuerza adhesiva a medida que el tiempo de aplicación del gel de NaOCl fue aumentando de 15 a 60 segundos, tanto para el Single Bond<sup>®</sup> (3M/ESPE) como para el Prime & Bond<sup>®</sup> NT (Dentsply Caulk). Los autores concluyeron que la disminución de la resistencia adhesiva podía ser consecuencia de: a) la disolución parcial



del colágeno íntertubular, b) la desestabilización de la molécula de colágeno, c) las alteraciones en los cristales de la hidroxiapatita frente al tratamiento desproteínizante.<sup>5</sup>

La correlación entre superficies sin colágeno y adhesión puede estar más relacionada con el tipo del sistema adhesivo empleado, sea por su composición o por la posibilidad de la interacción con el hipoclorito residual.

La utilización de adhesivos a base de acetona han demostrado un desempeño adhesivo superior en superficies dentinarias desprovistas de colágeno; estos adhesivos posibilitan una mayor penetración en la superficie dentinaria desproteínizada, lo que promovería, una fuerza adhesiva mayor. La gran difusibilidad que le confiere la acetona al adhesivo, así como su elevada capacidad de desalojar el agua puede hacer que haya una mejora en el contacto del monómero con la estructura dentinaria intratubular. Además, la remoción del colágeno puede optimizar el contacto entre el adhesivo y los cristales de hidroxiapatita, logrando con esto el aumento de permeabilidad de la dentina.<sup>6</sup>

La permeabilidad de la superficie mineralizada libre de colágeno permite una mayor difusión para moléculas ácidas pequeñas, como las existentes en los adhesivos Optibond FL y Prime & Bond 2, que para moléculas más grandes, como las del sistema adhesivo Single Bond.



La lenta difusión de adhesivos como el Single Bond hace que las porosidades nanométricas dejadas por el NaOCl no sean efectivamente rellenas por los monómeros, lo que explica los valores inferiores de resistencia adhesiva obtenidos por ese adhesivo frente a la dentina sin colágeno.<sup>5,6</sup>

Por otro lado, ese tejido con contenido proteico reducido puede representar un substrato viable para el procedimiento adhesivo de sistemas que poseen monómeros resinosos ácidos (pH de 1.5 a 2.0), como el Prime & Bond 2 y el Optibond FL; ellos serían capaces de reacondicionar la fase mineral de la superficie dentinaria libre del colágeno, a una profundidad no superior a 0.3-0.5  $\mu\text{m}$ , produciendo una capa nanohíbrida suficiente para asegurar altos valores de resistencia adhesiva. En sistemas adhesivos como el Single Bond, cuyos monómeros no presentan gran acidez (pH 3.5-4.2), se obtuvieron valores de adhesión bajos después de la remoción de las fibras de colágeno; probablemente, debido a su incapacidad de promover un segundo acondicionamiento.

Los valores de resistencia adhesiva superiores pueden estar relacionados a la composición química de algunos sistemas adhesivos como el Prime & Bond 2 y el TMG-8. Esos agentes poseen un éster ácido fosfórico (PENTA), cuyos terminales de fosfato pueden establecer algún tipo de interacción con los iones calcio dejados sobre la superficie dentinaria después de la remoción del colágeno.



La interacción del PENTA con los iones calcio puede representar una acción auto acondicionante en superficies desproteínizadas, por tanto, es importante hibridizar la dentina empleando sistemas adhesivos que poseen monómeros ácidos con un alto potencial de difusión.

La acción del NaOCl lleva a la oxidación a algunos componentes en la matriz dentinaria que pueden interferir en la iniciación de la polimerización de algunos sistemas adhesivos como el C&B Metabond y el Single Bond. El oxígeno liberado por las moléculas del hipoclorito de sodio es un factor que puede justificar la reducción de los valores de resistencia adhesiva, ya que puede inhibir la polimerización del adhesivo, comprometiendo el desempeño de las interfaces de unión.

Los resultados de resistencia adhesiva después del empleo del NaOCl dependen de la especificidad de cada sistema adhesivo al efecto oxidante del hipoclorito. La reducción en la resistencia adhesiva puede estar asociada a cambios en las propiedades físicas y químicas de la dentina después de la aplicación del hipoclorito de sodio.

Esa capacidad oxidativa del hipoclorito de sodio sobre la dentina puede ser revertida a través de la aplicación de soluciones reductoras como el ascorbato de sodio, tornando ese substrato viable para la adhesión.<sup>6</sup>

La remoción de las fibras colágenas promueve una exposición de radicales; grupos hidroxilo, carbonato y fosfato, lo que puede representar un tratamiento pre emisor para sistemas adhesivos que dependan de esos grupos para adherirse químicamente a la dentina. Posiblemente, la obtención de una mejor unión entre el sistema adhesivo y superficies dentinarias desprovistas de colágeno pueda ser alcanzada a través de la



utilización de nuevos materiales y técnicas, como los sistemas adhesivos dentinarios de acción autocondicionante.<sup>5,6</sup>



## CAPITULO 2

### PROCESO DE GRABADO

#### 1. Antecedentes

En 1955, Michel Buonocuore introdujo el grabado ácido para “hacer a la estructura dentaria más receptiva a la adhesión”, fue el primero en describir el efecto sobre el esmalte tras la aplicación de una solución ácida, que después se lavaba y secaba y con la que se obtenía un patrón de grabado de la superficie adamantina. El ácido actúa disolviendo selectivamente los extremos finales de los prismas de esmalte en la superficie, lo que consigue una superficie porosa e irregular, capaz de ser mojada y penetrada por una resina fluida, de baja viscosidad, que moja la superficie de los poros e irregularidades creadas por la disolución de los prismas de esmalte.<sup>7</sup>

Las novedades surgen cuando Fusayama y col. en 1979 promueven la aplicación del grabado ácido sobre la dentina. El tejido dentinario varía en su composición con respecto al esmalte y su alto contenido orgánico-acuoso lo hacen un sustrato difícil de adherir. Ello trajo como consecuencia que la investigación científica se centrara en este hecho, el conseguir un adhesivo “ideal” que funcione apropiadamente tanto en el esmalte como en la dentina. A partir de entonces la hibridación de los tejidos dentales constituyó el mayor logro en la adhesión.<sup>7, 8</sup>



## 2. Acondicionador o Agente Grabador

Se les denomina así a los ácidos que se emplean para crear porosidades y superficies rugosas ya sea en el esmalte o en la dentina.

Los agentes acondicionadores para el esmalte deben eliminar las capas externas de material orgánico y la superficie aprismática, con el fin de exponer una masa representativa. También deben ofrecer una descalcificación selectiva para recibir al adhesivo.

El agente acondicionador para la dentina debe reaccionar con las proteínas de la superficie o eliminarlas por completo. La hidroxiapatita debe ser descalcificada selectivamente para producir microporosidades y justamente la matriz de proteína se fija o endurece para ofrecer un soporte más firme al adhesivo.<sup>9</sup>

El más frecuentemente usado es el ácido inorgánico (Ortofosfórico al 37%) con la técnica de grabado total de Fusayama. También se siguen usando en la composición de los acondicionadores, ácidos orgánicos (cítrico, maléico etc.). El ácido cítrico es usado para el producto llamado Amalgabond (Parkell), que es indicado para adherir amalgama. El ácido oxálico es usado con el Gluma 2000 (Bayer), el ácido maléico, con el Scotchbond Multipurpose (3M) y el ácido nítrico que permanece en productos tales como: ABC Mirage (Chameleon Dental Products), Permagen (Ultradent) y Tenure (DenMat) y por último nos encontramos con las nuevas resinas ácidas (Phenil-P, MDP) que actúan como grabadores en los modernos adhesivos autograbantes.<sup>10</sup>



### 3. Acondicionamiento Adamantino

Las soluciones usadas son: ácido fosfórico al 15%, 32%, 35% y 37%, ácido cítrico al 10% + cloruro férrico al 3%, ácido maleico al 10% y ácido nítrico al 2.5% + oxalato de aluminio al 3.5% aplicados sobre la superficie del esmalte, desmineralizan y disuelven la matriz orgánica de las varillas adamantinas, dando lugar a la formación de microporos, microsurcos o microgrietas.

La desmineralización de las estructuras inorgánicas del esmalte, producida por el ataque de los ácidos en elevada concentración, genera, a través de una reacción ácido-base, la formación de sales solubles e insolubles de fosfato de calcio que, posteriormente, son eliminadas por el agua de lavado.<sup>9</sup>

#### 3.1 Patrones de Acondicionamiento del Esmalte

Cuando un ácido actúa sobre el esmalte provoca una desmineralización que depende de la estructura y calcificación del esmalte, como también de la concentración de ácido y del tiempo de acondicionamiento, observando microscópicamente tres patrones.

##### 3.1. 1 Tipo I

Se produce cuando el ácido desmineraliza la cabeza o el cuerpo de la varilla adamantina.



### 3.1.2 Tipo II

Se produce cuando el ácido desmineraliza el cuello, la cola o la zona interprismática de las varillas adamantinas.

### 3.1.3 Tipo III

Es una combinación del tipo I y tipo II, cuando el tiempo de acondicionamiento supera los 15 segundos se produce este patrón, caracterizado por una mayor pérdida de sustancia superficial, porque el ácido en su accionar continúa solubilizando tejido en superficie, lo que determina una disminución de la amplitud y profundidad de los microporos.<sup>11</sup>

## 4. Acondicionamiento de la dentina

La dentina tallada no presenta los túbulos abiertos como se creía, sino que está cubierta por una capa muy especial de dentina formada denominada barro dentinario o smear layer.

Para lograr adhesión a dentina es necesario efectuar la desmineralización y eliminación de smear layer a través del ácido fosfórico, que no sólo la elimina, sino que también deja la dentina totalmente expuesta, con un aumento de su lumen tubular superficial, exponiendo y debilitando las fibras colágenas al eliminarles su capa inorgánica superficial.<sup>9</sup>

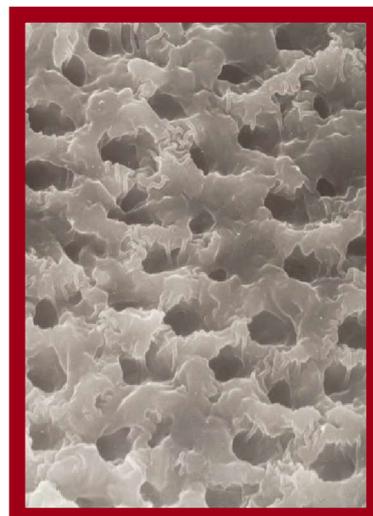


#### 4.1 Barrillo Dentinario

Esta capa fue descrita por Boyde A y col. (1963). Su composición estructural fue demostrada a través de la microscopía electrónica de barrido y microsonda electrónica en 1970, por Erick J. y col.<sup>12</sup>

Es una capa de compuestos orgánicos e inorgánicos, que recubre la dentina y que se origina al utilizar cualquier instrumento, de mano o rotatorio, que corte o abrasione. Su espesor (de 1 a 5 micrones) depende de la utilización o no de un chorro de agua y del tipo de instrumento empleado. Es posible definir 2 zonas distintas en esta capa: una superficial, que recubre la dentina, y otra incluida en los túbulos dentinarios, donde forma tapones.<sup>12, 13</sup>

El barro dentinario disminuye la energía superficial, disimulando la estructura dentinaria subyacente. Puede perjudicar la unión de los materiales adhesivos que reaccionan químicamente con el tejido mineralizado.





Barro dentinario

Dentina sin barro

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

Actualmente se proponen 4 procedimientos clínicos, descritos por Pashley para el tratamiento de este barrillo dentinario.

1. Eliminación de la capa y tapones, lo que supone la ventaja de acabar con las bacterias, alojadas en un medio en el que se encuentran los elementos nutritivos necesarios para su supervivencia, sin embargo, esta capa constituye una barrera física a la invasión bacteriana de los túbulos. Si estos tapones son eliminados, la permeabilidad dentinaria aumenta de forma considerable y la difusión de las toxinas se ve favorecida. Brannströ propone eliminar el barro dentinario superficial y mantener los tapones después de haberlos sometido a un tratamiento antiséptico.
2. Eliminar el barro dentinario y colocar por precipitación, en la superficie dentinaria, un material artificial de naturaleza cristalina que reaccione con el adhesivo.
3. Modificar la estructura del barro dentinario para fijarla a la dentina y aumentar su cohesión con sustancias mineralizantes que refuercen los puentes entre los restos inorgánicos del barro y las de la dentina.
4. Buscar y utilizar un material capaz de infiltrar a través de toda la capa de barro con el fin de que se una a la dentina.<sup>13</sup>



## 5. Grabado Total

En 1989 Kanka es reconocido por ser el creador de la proceso de grabado total, después de formular la teoría en la cuál era posible utilizar ácido grabador en la dentina siempre y cuando se quedarán sellados los túbulos dentinarios completamente y de manera hermética con resinas fluidas o primers evitando así la entrada a microorganismos y el contacto con el medio bucal, este proceso ganó aceptación y popularidad en los años 90's. Se debe usar siempre el gel grabador recomendado por los fabricantes. Generalmente, el gel grabador contiene un 30-40% de ácido ortofósforico.<sup>6</sup> El grabador debe aplicarse tanto al esmalte como a la dentina, dejándolo actuar únicamente durante 15-20 segundos. A continuación se enjuaga bien el gel grabador con la jeringa de aire/agua. Para eliminar el exceso de agua se puede utilizar una esponjilla ó la punta de un aplicador, dejando la superficie húmeda pero no empapada. Si se usa un chorro de aire y se seca completamente la superficie, se debe aplicar a continuación una esponjilla saturada de agua estéril ó soluciones comerciales a la superficie seca para volver a humectar la dentina.<sup>14</sup>





## **CAPITULO 3**

### **PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE ADHESIÓN**

#### **1. Concepto de Adhesión**

El término adhesión deriva del latín adhesio o adhaesionis que significa unir o pegar una cosa con otra.

Adhesión es el estado o fenómeno por el cual dos superficies o materiales diferentes se mantienen unidos por fuerzas interfaciales, ya sea por uniones físicas (macro o micromecánicas), por uniones químicas (primarias o secundarias) o ambas.

Desde el punto de vista odontológico tenemos muchos ejemplos de este fenómeno: mantener una prótesis completa en su lugar, cementar un poste, cementar una corona, fijar los conos de gutapercha dentro del conducto radicular cuando se realiza una endodoncia, realizar sellado de fosas y fisuras, una restauración de amalgama o de resina compuesta, etc.



## 1. Clasificación de adhesión

Todas estas formas de adhesión son diferentes, a pesar de cumplir con el objetivo de mantener ambas partes en contacto. Esas diferencias quedan claras cuando establecemos los dos grandes tipos de adhesión: adhesión física y adhesión química.

### 2.1 Adhesión Física

La adhesión física es la que se logra exclusivamente por traba mecánica entre las partes que se van a unir; y se divide en macromecánica y micromecánica.

#### 2.1.1 Macromecánica

Es la requieren las restauraciones no adherentes a los tejidos dentarios. Se logra mediante diseños cavitarios geométricos con el objeto de que logren una forma de retención o anclaje, dependiendo si la restauración es plástica o rígida.



### 2.1.2 Micromecánica

Se produce por dos mecanismos en los cuales están involucradas las superficies dentarias y los cambios reológicos que, al endurecer, puedan tener los medios adherentes y/o el material restaurador. Se da tras el grabado, con la creación de poros, grietas o fisuras.

## 2.2 Adhesión Química o específica

Es la que se logra exclusivamente por la reacción química entre dos superficies en contacto. Es ésta la que la Odontología actual acepta como adhesión efectiva y única. Ella no sólo es capaz de fijar permanentemente la restauración al diente, sino que también puede sellar túbulos dentinarios e impedir la microfiltración y sus problemas derivados.

Para lograr esta adhesión se necesita que estén presentes situaciones como: humectancia y ángulo de contacto.



## 2. Humectancia

Es la capacidad de un líquido de mojar a un sólido. Mientras más baja sea la tensión superficial de un líquido, frente a un sólido de alta energía superficial, mejor lo mojará o humectará. Lo contrario, alta tensión superficial del líquido y baja energía superficial del sólido, hará que el líquido no moje al sólido y tienda formar gotas sobre su superficie

La humectancia es óptima cuando: la superficie del sustrato se encuentra: sin estratos adheridos, tiene una elevada energía superficial (efecto logrado por el acondicionamiento adamantino), el adhesivo es de baja tensión superficial y existe compatibilidad fisicoquímica entre ambos.



### 3. Ángulo de contacto

El ángulo de contacto se forma entre la superficie del sólido en contacto con el líquido (en donde se forma la gota de líquido) y una tangente trazada desde el lugar de contacto de la gota con el sólido y que pasa por su ecuador.

A menor ángulo, el líquido más humectará o mojará a un sólido. A la inversa, mientras más cercano esté de los  $90^\circ$  o lo supere, menos lo humectará.<sup>12</sup>



## **CAPITULO 4.**

### **TEJIDOS CALCIFICADOS DEL DIENTE Y MECANISMOS DE ADHESIÓN**

La obtención de una efectiva unión entre el material restaurador y el tejido dentinario se ha manifestado como un desafío para la Odontología.

Durante los últimos 40 años se han producido avances significativos en la Odontología Adhesiva. La adhesión de la resina bis-GMA al esmalte grabado permitió efectuar restauraciones estéticas sin necesidad de preparar una forma determinada para la retención mecánica. Uno de los desafíos era desarrollar un material adhesivo que se uniera a la dentina con la misma fuerza con que la resina se adhería al esmalte grabado, lo que resulta difícil, ya que la dentina tiene un porcentaje volumétrico de componente inorgánico del 50% aproximadamente, mientras que el esmalte contiene cerca del 98% de mineral. El resto del volumen de la dentina está constituido por agua y colágeno. Por otra parte, la instrumentación altera físicamente la dentina recién preparada durante los procedimientos operatorios (barrillo dentinario), ocasionando que las aberturas de los túbulos dentinarios queden ocluidas. Es importante conseguir una adhesión biocompatible con la dentina húmeda y prevenir una posible invasión bacteriana.<sup>10</sup>

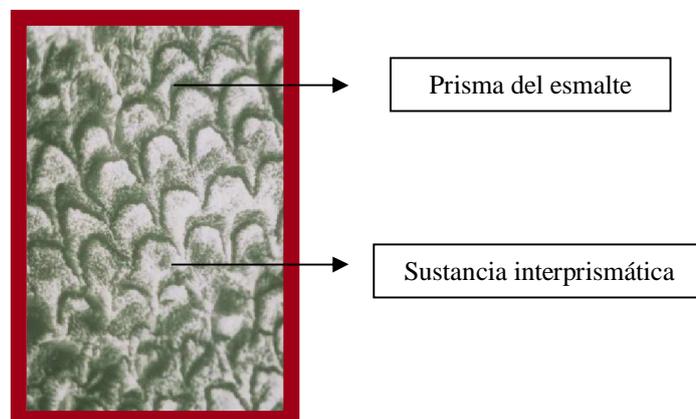


## 1. Histología de los Tejidos Calcificados del diente

### 1.1 Tejido adamantino

El esmalte dental es un tejido de origen ectodermal altamente calcificado y con un elevado contenido de materia inorgánica (95%), esta constituido por cristales de hidroxiapatita, fluoruro y formas carbonatadas, a su vez posee calcio y fosfato en altas concentraciones. El contenido orgánico es de un 3% y el de agua aun menor un 2%. La naturaleza inorgánica del esmalte le confiere un aspecto translúcido, debido a ello el color adamantino proviene de la dentina subyacente.

El esmalte se constituye micro-morfológicamente de los llamados “prismas mineralizados del esmalte”, éstos poseen una zona central y una zona periférica unida por el material interprismático, existen zonas del diente carentes de prismas como lo son la capa superficial; ya que no todos los prismas alcanzan esta zona; la región cervical de los dientes permanentes y también en las fosas y fisuras de los dientes temporales.<sup>11</sup>





Dentro de las propiedades físicas del esmalte se destaca su dureza relacionada con la deformación, que varía entre 200-500 de dureza Knoop; posee un alto módulo elástico y una fuerza a la tensión relativamente baja, estas características lo hacen un tejido duro quebradizo, lo cual es compensado por la elevada resistencia a la compresión de la dentina subyacente.<sup>12</sup>

Existen diferentes tipos de esmalte, dependiendo de la disposición de los prismas, entre ellos está el esmalte nudoso, que se encuentra localizado hacia las zonas cuspídeas de los dientes, en donde las curvaturas de los prismas producen entrecruzamientos de grupos de prismas, formando nudos, lo que produce mayor resistencia a la carga y compresión.<sup>11</sup>



## 1.2 Tejido dentinario

La dentina es un tejido conectivo mineralizado compuesto por: cristales de hidroxiapatita en un 70%, matriz orgánica en un 18% y agua en un 12%. Del 18% del contenido orgánico, el 95% es colágeno (siendo esta una glucoproteína), que es el principal elemento para lograr adhesión química y micromecánica.

Morfológicamente, está formada por una serie de túbulos o conductos que se extienden desde la pulpa dentaria hasta la unión amelodentinaria y cementodentinaria, formando un sustrato microtubular.<sup>11</sup>

### 1.2.1 Estructura dentinaria tubular

Los túbulos tienen forma de cono invertido de base mayor hacia la pulpa y menor hacia la unión amelodentinaria; se encuentran dentro de una matriz dentinaria parcialmente mineralizada llamada dentina intertubular.

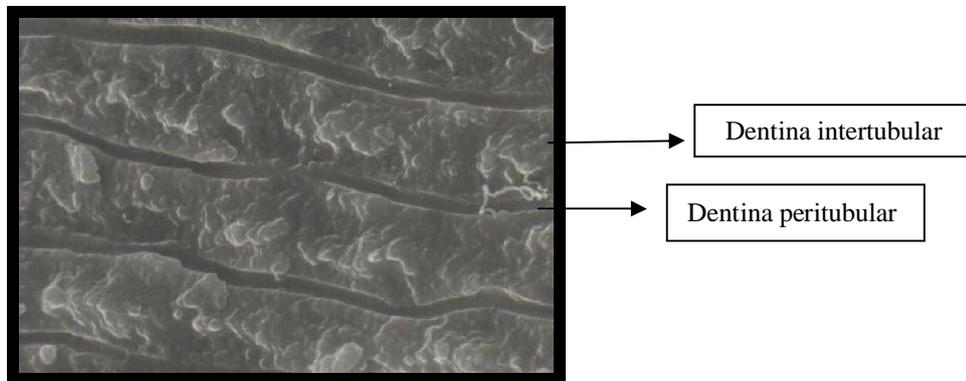
La matriz dentinaria está compuesta por fibras colágenas, proteoglicanos, glucosaminoglicanos, hidroxiapatita, proteínas dentinogénicas y factores de crecimiento.

La dentina está en íntimo contacto con la pulpa, fundamentalmente a través de unas células que se encuentran en el límite pulpo dentinario, denominados odontoblastos.



Estas células son tan importantes, que son las encargadas de formar dentina, mientras el elemento dentario se está formando (dentina primaria) y durante toda la vida del diente (dentina secundaria), además de formarse como consecuencia de procesos que agreden al diente como la caries, la abrasión o la erosión (dentina terciaria).

A medida que la dentina se va formando por acción del odontoblasto, queda en el interior de esa dentina una prolongación de la célula nombrada que se denomina Fibrilla de Thomes, determinando que el tejido quede constituido por túbulos. La presencia de esos túbulos hace que exista una **dentina peritubular** muy mineralizada y una **dentina intertubular** menos mineralizada y con mayor cantidad de fibras colágenas.



Es interesante destacar que con el transcurso del tiempo o como consecuencia de procesos patológicos y funcionales, la luz del túbulo disminuye su diámetro, formándose lo que se conoce como **dentina esclerótica**, que es menos permeable.



Podríamos deducir que la formación de dentina, a lo largo de la vida del elemento dentario (después que erupciona), es un mecanismo de defensa natural del elemento dentario.<sup>12</sup>

## 2. Antecedentes

En 1955, Michel Buonocore publicó su artículo en el Journal of Dental Research titulado “Un método simple para incrementar la adhesión de los materiales de obturación acrílicos a la superficie del esmalte”. En esta publicación daba a conocer su descubrimiento: cuando el esmalte era tratado con un ácido y luego lavado con agua, se formaban microporosidades en la superficie del esmalte. El ácido fosfórico era el agente de elección, siendo aplicado a la superficie del esmalte por 30 segundos, en una concentración de 85%. Buonocore, en 1975, escribió el primer texto sobre el uso de adhesivos en Odontología.<sup>7</sup>

Gwinnett y Buonocore fueron los primeros en describir el mecanismo por el cual la resina era unida al esmalte. Más tarde, Gwinnett y Matsui detallaron la micromorfología de la interface entre resina y esmalte acondicionado, relataron que la resina, en su estado monomérico, penetraba en los microporos de la camada superficial del esmalte (25 micrómetros). Estas porosidades eran creadas en la estructura de los prismas del esmalte por la disolución preferencial del componente inorgánico, además de que la resina también encapsulaba los cristales remanentes, ofreciéndoles protección contra la disolución. Después de la polimerización, la resina forma un composite con el esmalte que sirve a dos funciones importantes. Primeramente, sella y protege el esmalte externo y segundo la presión micro mecánica de la resina.<sup>10</sup>



Aunque el éxito clínico de la unión al esmalte sea ampliamente reconocido, la unión de las resinas compuestas a la dentina ha permanecido como un desafío para la Odontología. Debido a las preocupaciones en mantener la integridad biológica del complejo dentina/pulpa, el foco principal de las primeras investigaciones sobre adhesivos dentinarios era dirigido al establecimiento de un puente químico entre tejido y resina. Buonocore y Quigley usaron un agente de enlace conteniendo un dimetacrilato con un grupo fosfato ácido. <sup>11</sup>

Con el trabajo de Bowen se dio un paso significativo para mejorar la unión a la dentina a través de la remoción de la película de barrillo dentinario. Lo cual concibió con una combinación de acondicionamiento con oxalato férrico y el uso de un “primer” resinoso en la superficie de la dentina.

Aunque el propósito primario de los sistemas más nuevos fuera remover o modificar la capa de barro dentinario, había una excepción a esta regla, la preservación de la capa película de barro dentinario y la interacción química con ella. <sup>10</sup>



### 3. Mecanismo de Adhesión al esmalte

La adhesión de los materiales de restauración a la estructura dentaria comenzó por un intento para lograr la retención de la restauración, reducción de la microfiltración marginal y la máxima conservación del tejido dentario.

Para lograr que un sistema polimérico se adhiera al esmalte, es necesario acondicionar el tejido con un ácido, de tal forma que en la superficie del esmalte se produzcan irregularidades (debido a la desmineralización de los prismas y de la sustancia interprismática) que sólo pueden observarse al microscopio electrónico.

La adhesión al esmalte se logra a través del grabado ácido, este procedimiento aumenta sustancialmente el área de superficie para la adhesión, transformando una superficie lisa en irregular con una alta energía superficial. El grabado ácido crea una microcapa porosa de unos 5 a 50 micrometros de profundidad.<sup>9</sup>

Sobre esas irregularidades es posible colocar un líquido con capacidad de transformarse por algún mecanismo al estado sólido y el tipo de adhesión lograda es **MICROMECAÁNICA**.



El efecto del grabado ácido sobre el esmalte depende de múltiples factores: el tipo y la concentración del ácido usado, el tiempo de grabado y de lavado del ácido, la forma del agente de grabado (gel, semigel o solución acuosa), composición química y condición del esmalte, si el esmalte es de dientes temporales o permanentes, si el esmalte es prismático o aprismático y si el esmalte está fluoridizado, desmineralizado o pigmentado, también puede influir si el esmalte es instrumentado antes del grabado.

El tejido adamantino superficial e intacto provee de un sustrato insuficiente para la adhesión, ya que está recubierto por una superficie aprismática, con una capa orgánica y cubierta por placa bacteriana, ello hace necesaria su remoción antes de la fase de grabado ácido, de esta manera se logra solubilizar los prismas superficiales y se crea una superficie excelente para la adhesión.

Según estudios de laboratorio se ha reportado que la fuerza de unión de la resina al esmalte grabado varía entre 16 y 20 Mpa. La resina compuesta al polimerizar, produce una fuerza de contracción de 7Mpa.<sup>11</sup>



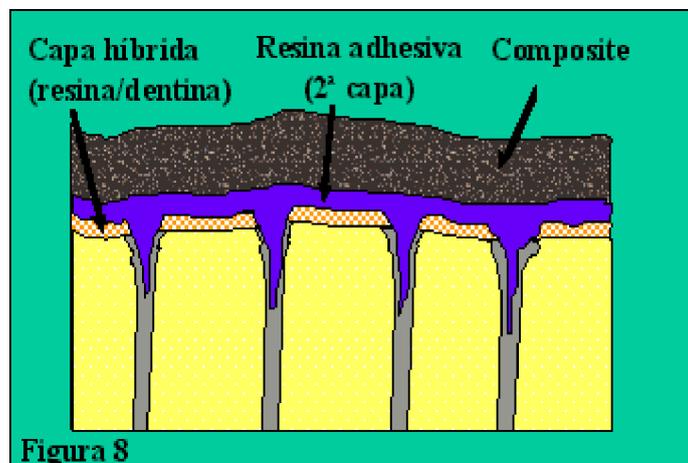
#### 4. Mecanismo de Adhesión a la dentina

Básicamente existen dos mecanismos de unión entre dentina y adhesivo; la unión *química* que tiene mucha menor importancia cuantitativa y la unión *física o micromecánica* que parece ser la más importante para lograr la adhesión.<sup>12</sup>

La unión micromecánica se basa en dos estructuras muy importantes, la "capa híbrida" y los "tags" intratubulares que son dos estructuras cuya formación debemos favorecer con nuestra técnica adhesiva.

##### 4.1 Capa híbrida

Fue descrita como hallazgo microscópico por Nakabayashi en 1982 y confirmado posteriormente por ininidad de autores con posterioridad.





Esta se forma por la penetración de la resina a través de los nanoespacios que quedan entre las fibras de colágeno desnaturalizadas y expuestas por la acción del ácido en la superficie dentinaria y que tras polimerizar, queda atrapada en ella. Es por tanto una estructura mixta formada por colágeno de la dentina y resina del adhesivo que encontramos tanto en la superficie de la dentina intertubular como a la entrada de los túbulos dentinarios.

La correcta formación y funcionamiento de esta capa híbrida va a depender de dos factores:

1. Impregnación adecuada de las fibras de colágeno.
2. Adecuado grosor de la capa de adhesivo que permita amortiguar en cierto modo las fuerzas que sobre él se van a ejercer.

En la adecuada impregnación del colágeno por la resina intervienen varios factores:

a. **Grosor de la capa desmineralizada:** Las resinas adhesivas son capaces de infiltrar mejor la dentina totalmente desmineralizada que la dentina parcialmente desmineralizada. Nakabayashi piensa que con profundidades de desmineralización de 1-2 mm son suficientes para conseguir cifras de adhesión adecuadas. Por otro lado Van Meerbeek demostró que algunos sistemas adhesivos presentan discrepancia entre la profundidad de desmineralización dentinaria y la de infiltración por la resina.



b. **Colapso de las fibras de colágeno:** Mediante la técnica adhesiva clásica se secaba profusamente la dentina y el esmalte para eliminar toda la humedad posible. En el esmalte aparecía una superficie de color blanco tiza que se tomaba como referencia de un correcto grabado ácido, pero en la dentina, las fibras de colágeno dejan de "flotar" en el agua y se colapsan formando una costra.

c. **Capacidad de difusión intrínseca de los adhesivos:** Va a depender del peso molecular de los monómeros del adhesivo y de su composición química. Va a adquirir especial relevancia la presencia de nanorelleno en la composición de la resina que por un lado mejorará sus propiedades mecánicas pero por otro dificulta la correcta difusión al reducir la fluidez de la resina.

d. **Humedad:** La naturaleza húmeda del sustrato dentinario, ha sido uno de los principales inconvenientes para el desarrollo de las nuevas técnicas adhesivas. La búsqueda de una mayor penetración en el sustrato dentinario intentando aprovechar precisamente esa presencia de agua llevó al desarrollo de resinas hidrofóbicas y con ellas a la descripción de la técnica húmeda por Kanca y Gwinnett en 1992.

Esta técnica trata de aprovechar el agua, como elemento que mantiene las fibras de colágeno erguidas, para conseguir una mejor imbricación entre colágeno y resina.

e. **Tiempo:** Para que se produzca una buena impregnación del colágeno y unos "tags" de longitud adecuada es necesario que el adhesivo esté colocado el tiempo suficiente sobre el sustrato sin que lo seque o lo polimericemos. La mayoría de fabricantes de adhesivos recomiendan unos 15 segundos para conseguir que estos interactúen adecuadamente con el sustrato.



La superficie dentinaria en técnica húmeda debe estar ni seca ni mojada sino húmeda y además esta humedad debe estar homogéneamente repartida por toda la superficie.

La humedad que llega a nuestro sustrato dentinario tratado proviene del aporte externo que nosotros hacemos al lavar el ácido y de los túbulos dentinarios que presentan un flujo continuo positivo de fluido dentinario debido a la presión hidrostática positiva de la cámara pulpar.

Si secamos en exceso la superficie dentinaria las fibras colágenas se colapsan y el adhesivo no es capaz de infiltrar hasta la dentina, desmineralizada si por el contrario dejamos la superficie dentinaria con exceso de humedad se produce el fenómeno de sobremojado y el adhesivo se disuelve y no adquiere la consistencia adecuada, además se forman en el espesor de la capa híbrida cúmulos de agua en forma de gota que no se infiltran por resina, son los llamados cuerpos hibroides.

#### 4.2 Tags de resina

El segundo mecanismo de unión a la dentina en importancia es la formación de **tags de resina**, es decir prolongaciones resinosas que aprovechan los túbulos dentinarios para conseguir microretención. En la formación de los tags también influyen una serie de factores:



- a. **Fluidez de la resina:** si es demasiado espesa difícilmente va a penetrar por los túbulos. La fluidez viene determinada por la estructura química y el peso molecular de la resina y por la presencia o no de nano relleno inorgánico.
- b. **Carga de la resina:** es el relleno inorgánico, el cual le confiere mayor viscosidad; a mayor relleno, menor fluidez.
- c. **Tiempo:** factor fundamental y en muchas ocasiones poco valorado desde el punto de vista de la técnica de aplicación. No basta con aplicar la resina hay que darle tiempo a que penetre en los túbulos.
- d. **Tipo de dentina:** Sabemos que la estructura de la dentina sana es muy distinta si se trata de dentina superficial (alejada de la pulpa) o dentina profunda (próxima a la pulpa), mientras la superficial tiene menor número de túbulos y de diámetro menor, presentando una superficie importante de dentina intertubular, la profunda, presenta un número superior de túbulos de mucho mayor diámetro con lo que la dentina intertubular queda claramente reducida. Pues bien, según estemos trabajando sobre un tipo de sustrato u otro deberemos tratar de potenciar con nuestra técnica el mecanismo adhesivo para el que el sustrato se nos presente más favorable, es decir en la dentina superficial funcionarán mejor adhesivos que formen una inmejorable capa híbrida (por ejemplo los convencionales, no los autograbantes que forman una capa híbrida más débil), mientras que en dentina profunda sin olvidar la capa híbrida pueden funcionar mejor adhesivos que formen buenos tags de resina (por ejemplo los que llevan relleno inorgánico).



También nos encontramos con frecuencia con un tercer tipo de dentina que supone una importante dificultad para la adhesión, la dentina esclerótica. Esta es la típica dentina que nos encontramos en las lesiones abrasivas en filo de cuchillo tan frecuentes en los cuellos dentales.<sup>13</sup>



## CAPITULO 5.

### ADHESIVOS

#### 1. Perspectiva Histórica

Hasta la fecha, han aparecido ya siete generaciones diferentes de adhesivos dentinarios.

La primera generación apareció a finales de la década de 1950 y estaba formada por poliuretanos, cianoacrilatos, dimetacrilato de ácido glicerofosfórico y NPG-GMA (N-fenilglicina y glicidilmetacrilato). Todos estos materiales proporcionaron unos resultados clínicos fallidos y desalentadores. La resistencia al cizallamiento era sólo de 10-20 Mpa.

Casi veinte años después, apareció una segunda generación de adhesivos dentinarios (Scotchbond, Dentin Bonding Agent, Creation Bonding Agent, Dentin-Adhesit, Bondlite y Prisma Universal Bond). La mayoría de ellos eran ésteres halofosfóricos de BIS-GMA, diseñados para adherirse al componente mineral de la dentina formada una unión fosfato-calcio. Estos materiales demostraban in vitro una fuerza adhesiva de 30-90 Mpa. Sin embargo, la adhesión se hidrolizaba al cabo de algún tiempo en el medio oral, lo que contribuía a decepcionantes resultados clínicos.

La tercera generación de adhesivos invadió el mercado a comienzos de la década de 1980. Bowen presentó en 1982 un nuevo sistema adhesivo dentinario a base de oxalato. En un principio este sistema resultaba engorroso e impredecible, pero suponía una mejora significativa, ya que proporcionaba una fuerza adhesiva de 100-150 Mpa. Se creía que el oxalato férrico acidificado producía manchas marginales. Se mejoró la



fuerza adhesiva, llegando a alcanzar casi la fuerza de unión del composite al esmalte grabado (200-220 Mpa).

Los adhesivos de cuarta generación son los que más se acercan a un adhesivo dentinario ideal. Durante mucho tiempo preocuparon los efectos que tenían sobre la pulpa la preparación de la superficie dentinaria. Se simplificaron los procedimientos clínicos para de manera simultánea lograr el grabado de la superficie de esmalte y la preparación de la dentina. Esta “técnica de grabado total” mejoró también la fuerza de adhesión a la dentina.

Los adhesivos de quinta generación son sistemas que combinan los pasos de imprimado y aplicación de resina adhesiva en una fórmula de un solo frasco. Su principio de acción es la hibridación de la dentina y el uso de la humedad residual para el efecto de penetración de la resina en la dentina, pueden requerir múltiples aplicaciones para una adhesión exitosa.

Estos adhesivos contienen la molécula PENTA la cual se supone graba parcialmente la dentina, por lo cual sólo se requiere de grabado del esmalte y no de grabado total.

La sexta generación incluye a los adhesivos de autograbado donde con estos no se elimina smear layer. Se infiltra, se produce acondicionamiento dentinal a través del smear layer.<sup>14</sup>



## 2. Características Óptimas de un adhesivo

Un adhesivo dentinario ideal deberá conseguir lo siguiente:

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 postoperatorio de la restauración 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. De fácil aplicación. <sup>15</sup>



### 3. Componentes de un adhesivo

Desde los sistemas adhesivos de cuarta generación están compuestos básicamente por estos elementos:

#### 3.1 Acondicionador

Solución ácida compuesta comúnmente de ácido fosfórico, maléico o cítrico, remueve la capa de barrillo dentinario y desmineraliza superficialmente a la dentina.

Se presenta generalmente en forma de gel con silica o polímeros solubles, siendo necesario lavarlo después de la aplicación.

#### 3.2 Resinas hidrofílicas

Estas son las encargadas de conseguir la unión a dentina impregnando la capa híbrida y formando "tags" aprovechando precisamente la humedad de la dentina. Son resinas como PENTA, HEMA , BPDM, TEGDMA , GPDM o 4-META.

#### 4.1 Resinas hidrofóbicas

Son las primeras que formaron parte de los materiales adhesivos y aunque son poco compatibles con el agua su función en los sistemas



adhesivos es doble, por un lado conseguir una buena unión a la resina compuesta que también es hidrofóbica y por otro conseguir que la capa de adhesivo tenga un grosor suficiente para que nuestra interfase dentina resina soporte el estrés a que se va ver sometida ya que suelen ser más densos que las resinas hidrofílicas.

## 4.2 Activadores

Son los encargados de desencadenar la reacción en cascada de la polimerización. Básicamente nos encontramos con dos, los fotoactivadores que son las camforoquinonas o el PPD y los quimioactivadores como el complejo Amina peróxido. En algunas ocasiones se encuentran asociados ambos tipos de activadores y estamos entonces ante un adhesivo de fraguado dual.

## 4.3 Relleno inorgánico

Este componente no aparece en todos adhesivos pero en los que lo hace pretende reforzar a través del nanorelleno la resina y conseguir así un adhesivo con propiedades mecánicas mejoradas. Con este tipo de adhesivos es más fácil conseguir un adecuado grosor de capa pues son menos fluidos.

## 4.4 Solventes

En la mayoría de los productos que usamos el solvente es un mero vehículo del producto pero en los sistemas adhesivos este es uno de los componentes fundamentales para conseguir una adhesión adecuada ya



que es fundamental para conseguir una adecuada capa híbrida. Por otro lado los solventes muy volátiles como la acetona o el etanol pueden tener problemas en su manipulación por que si dejamos abierto el bote de adhesivo se evaporan con facilidad y la proporción resina solvente se altera y con ella las propiedades del producto. Es por ello que se están desarrollando nuevos adhesivos en botes monodosis. Los solventes que utilizan nuestros adhesivos son agua, etanol y acetona. <sup>12</sup>

#### 4. Indicaciones de un adhesivo

Los adhesivos dentinarios tienen las siguientes indicaciones:

1. Todas las restauraciones de composite directas: anteriores y posteriores.
2. Restauraciones de composite indirectas: incrustaciones/onlays y veneers procesados en el laboratorio.
3. Restauraciones cerámicas indirectas: incrustaciones/onlays.
4. Restauraciones de amalgama.
5. Restauraciones de poste y muñon (composite, cerámica y amalgama) para dientes con tratamiento endodóntico: tanto indirectas como prefabricadas.
6. Prótesis fijas (aleaciones de metales preciosos y no preciosos, prótesis adheridas con resina, prótesis de composite, prótesis de composite reforzadas con fibra [Targis-Vectris o Sculpture Fibercore] y todas las prótesis cerámicas y veneers laminados).
7. Desensibilización de dentina expuesta. <sup>16</sup>



## 5. Tipos de solventes

El solvente que contiene el primer tiene la función de transportar las resinas dentro de la estructura dental, humectando o resecando la superficie dentaria, una vez que las resinas se encuentran dentro de la estructura dentaria, un solvente debe tener la capacidad de evaporación para desaparecer de la estructura dental, es decir, la función del solvente se divide en dos pasos: la penetración (transporte de rellenos) y la evaporación.

Existen tres tipos de solventes que se utilizan en el primer; acetona, alcohol y agua. Dependiendo de cual utilice el fabricante, es la técnica de manipulación que tenemos que utilizar.

### 5.1 Acetona

La acetona cumple muy bien con el paso de la evaporación, ya que es altamente volátil y por ello la evaporación es muy rápida, no necesitando chorro de aire para evaporar, también es un buen transportador del primer, con este tipo de solvente hay que tener la preocupación de tapar el frasco inmediatamente para evitar que se evapore la acetona. Su presentación comercial generalmente viene en frascos de vidrio. Algunos ejemplos de adhesivos con este solvente; Prime & Bond NT, Syntac Classic (Ivoclar Vivadent).



## 5.2 Alcohol

El alcohol tiene una excelente capacidad de penetración y de humectación, además desplaza al agua que hay en los túbulos dentinarios favoreciendo el transporte de las resinas. Su capacidad de evaporación es buena, es menos volátil que la acetona, pero más volátil que el agua, sin embargo se recomienda secar con un chorro de aire para evaporarlo, una vez que se ha evaporado deja buen grosor de película con el primer. La presentación de estos adhesivos es en envases de plástico, no se tiene tanto problema de que se volatilice el solvente. Ejemplos de estos adhesivos con este solvente; Excite (Ivoclar Vivadent), Optibond (Kerr), Single Bond (3M ESPE).

## 5.3 Agua

El agua como solvente, tiene buena capacidad de penetración en los túbulos dentinarios, aunque su evaporación es lenta, por ello es necesario utilizar un chorro de aire aproximadamente de 5 a 10 segundos para eliminar el agua que se encuentre libre. A diferencia de los otros solventes el agua es más difícil de eliminar. Un adhesivo con este tipo de solvente es por ejemplo: Prompt L Pop (3M ESPE).<sup>12</sup>



## CONCLUSIONES

- La remoción del colágeno de las superficies previamente acondicionadas con el uso del NaOCl como agente desproteínizante, ha mostrado una mayor eficacia para lograr una mejor adhesión.
- La aplicación de hipoclorito de sodio al 5% en dentina previamente grabada nos muestra un aumento en la fuerza de adhesión debido a los cambios químicos (aumento en la exposición de cristales de hidroxiapatita), así como una mayor apertura de los túbulos.
- Sin embargo, se ha demostrado que la desproteínización de la dentina es sólo parcial y que en su totalidad son otras las proteínas y no todo el colágeno las que se pierden durante esta técnica, ocasionando con el tiempo una disminución en la fuerza de adhesión.
- Otro factor postulado como responsable en la disminución de la fuerza de adhesión en algunos adhesivos es el efecto oxidante del hipoclorito de sodio en la dentina, sobretodo en los basados en acetona, debido a la presencia de radicales libres en la dentina tratada con hipoclorito, que pueden competir con la propagación de los radicales vinilos que surgen tras la activación por luz, resultando en una terminación prematura de la polimerización y por tanto incompleta.
- La técnica de remoción de las fibras de colágeno puede representar un recurso válido en la optimización del protocolo



adhesivo, sin embargo, aún necesita de más estudios clínicos en dientes naturales para comprobar su eficacia.

- Este procedimiento es una etapa clínica más; su adopción en la práctica restauradora está justificada ya que la longevidad y la efectividad de la adhesión son mejoradas sustancialmente, siempre y cuando se tenga la información adecuada del tipo de sistema adhesivo que se está empleado, ya que no con todos obtenemos el mismo resultado.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Osario Ruiz E. Control del colapso del colágeno: desproteínización. Av Odontoestomatol. [online]. 2004, vol. 20, no. 3, pp. 123-130. Disponible en: <<http://scielo.isciii.es/scielo.php/articulo> de desproteínización.
2. Barbosa de Souza F. Relación de la dentina desproteínizada con el proceso adhesivo. Acta Odontológica Venezolana. Volumen 43 nº 2 /2005. Disponible en:[http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/relacion\\_dentina\\_desproteinizada\\_proceso\\_adhesivo.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/relacion_dentina_desproteinizada_proceso_adhesivo.asp).
3. Uno, S. Finger, W. J. Function of the hybrid zone as a stress-absorbing layer in resin-dentin bonding. Quintessence Int. (1995); 26: Págs. 733-8.
4. Spencer, P.; Swafford, J. R.: Unprotected protein at the dentin-adhesive interface. Quintessence Int. (1999); 30: Págs. 501-7.
5. Nakabayashi, N.; Kojima, K.; Masuhara, E.: The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. J. Biomed. Mater. Res. (1982); 16: Págs. 265-73.
6. Kanka lli, J.; Sandrik, J.: Bonding to dentin. Clues to mechanism of adhesion. Am. J. Dent. (1998); 11: Págs.154-59.



7. Buonocore, M. Journal of Dental Research. "A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces". N.Y. 1955. Volumen No. 34, Pages 849-853.
8. Padrós-Serrat J.L.; Monterrubio-Berga M.; Padrós-Cruz Esteban. Adhesivos autograbantes: ¿Grabar o no grabar?. RCOE. [periódico en la Internet]. 2003 Ago [citado 2009 Abr 15] ; 8(4): 363-375. Disponible en:  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1138-123X2003000400001&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1138-123X2003000400001&lng=es&nrm=iso).
9. Bottino, M. A. Estética en Rehabilitación Oral. Editorial Artes médicas Latinoamericanas. Sao Paulo Brasil. 1ª edición, 2001. Págs. 25-53.
10. Goldstein, R. E. Odontología Restauradora. Editorial Ars Médica. Barcelona, España. 2ª edición, 2002. Págs. 4-6.
11. Rosales Leal J.I. Adhesivos autograbables en esmalte. Publicado en: [www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2008/od084k.pdf](http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2008/od084k.pdf).
12. Becker, S. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental. Estética Adhesiva. Editado por la Universidad del Valparaíso. Chile, 1ª edición, 2002. Págs. 167-359.
13. Roth, F. Los composites. Editorial Masso. Barcelona, España. 3ª edición, 1994. Págs. 35-83.
14. Kenneth, W.; Barry, G. Odontología Estética. Editorial Harcourt, Barcelona, España. 2ª edición, 2002. Págs. 41-52.



15. Carvalho, C. M. Narciso, B. L. Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores. 1ª edición, 2001. Págs. 23-25.
  
16. Smith, B. G. W.; Wright, P. Utilización clínica de los materiales dentales. Editorial Masson. Barcelona, España. 3ª edición, 1996. Págs. 162