



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

PROTOCOLOS ADHESIVOS EN SUSTRATOS
ESPECÍFICOS.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

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

P R E S E N T A:

CESAR ANTONIO COLORADO LUNA

TUTOR: Esp. MAYRA HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

ASESOR: Esp. YAZMÍN MARTÍNEZ CARRILLO

Vo Bo



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Dedicatorias

A mi familia por el apoyo en esta aventura para lograr mis metas, sin su ayuda y esfuerzo no hubiera sido posible lograrlo, gracias por guiarme por un buen camino.

A mis amigos, que están y estuvieron en mi trayectoria personal y académica, siempre siendo un apoyo y a su amistad para lograr una meta en común.

A todos los docentes que formaron parte de trayectoria escolar gracias por su paciencia, cada una de sus enseñanzas y consejos otorgados.

A los pacientes que me brindaron su confianza y tiempo durante las prácticas clínicas para poder poner en práctica mis conocimientos y mejorar cada día.

A la Dra. Yazmín Martínez Carrillo, por el tiempo, la asesoría y apoyo empleado para el desarrollo y elaboración de este trabajo.

A la Dra. Mayra Hernández Sánchez, por el tiempo, la asesoría y apoyo empleado para el desarrollo y elaboración de este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por formarme profesional y personalmente. Gracias a todas las oportunidades y experiencias que me permitió vivir, pero sobre todo por permitirme una educación de calidad.

“Por mi raza hablará el espíritu.”

Orgullosamente UNAM.

Índice

Introducción.....	1
Antecedentes.....	4
Capítulo 1. Generalidades de adhesión.....	8
1.1 Adhesión en Esmalte.....	9
1.2 Adhesión en dentina.....	10
1.3 Sistemas adhesivos.....	11
1.3.1 Componentes de los sistemas adhesivos.....	12
1.3.2 Clasificación de sistemas adhesivos.....	14
1.3.2.1 De acuerdo al número de pasos clínicos.....	15
1.3.2.1.1 Tres pasos clínicos.....	15
1.3.2.1.2 Dos pasos.....	15
1.3.2.1.3 Un solo paso.....	16
1.3.2.2 De acuerdo a la generación.....	16
1.3.2.2.1 Primera Generación.....	17
1.3.2.2.2 Segunda Generación.....	17
1.3.2.2.3 Tercera Generación.....	18
1.3.2.2.4 Cuarta Generación.....	18
1.3.2.2.5 Quinta Generación.....	19
1.3.2.2.6 Sexta Generación.....	20
1.3.2.2.7 Séptima Generación.....	21
1.3.2.2.8 Octava Generación.....	21
Capítulo 2. Factores que influyen en la adhesión.....	23
2.1 Barrillo dentinario.....	23
2.2 Capa híbrida.....	24

2.3 Humectabilidad.....	25
2.4 Ángulo de contacto.....	26
2.5 Tensión/energía superficial.....	28
2.6 Estrategias de grabado.....	29
2.6.1 Estrategia de grabado Total.....	29
2.6.2 Estrategia de grabado selectivo.....	31
2.6.3 Autograbado.....	32
2.7 Capa inhibida por oxígeno.....	34
2.8 Metaloproteínas de matriz.....	35
2.9 Pretratamiento de los sustratos.....	35
2.9.1 Hipoclorito de sodio.....	36
2.9.2 El etilendiaminotetraacético (EDTA).....	36
2.9.3 Clorhexidina.....	37
2.9.4 Abrasión por aire con partículas de óxido de aluminio.....	37
Capítulo 3. Protocolos adhesivos.....	39
3.1 Sustratos dentales sanos.....	39
3.1.1 Esmalte.....	39
3.1.2 Esmalte y dentina de dos pasos convencional.....	39
3.1.3 Esmalte y dentina de dos pasos autograbado.....	40
3.1.4 Esmalte y dentina con sistemas adhesivos universales.....	40
3.2 Sustratos específicos modificados.....	41
3.2.1 Dentina esclerótica.....	41
3.2.2 Defectos de desarrollo del esmalte.....	43
3.2.2.1 Amelogénesis imperfecta (AI).....	44
3.2.2.2 Hipomineralización Incisivo Molar (HIM).....	49
3.2.2.3 Fluorosis dental.....	54

3.2.2.4 Hipoplasia del esmalte.....	58
3.2.3 Dentinogénesis imperfecta (DGI).....	60
3.2.4 Lesiones cervicales no cariosas.....	63
3.2.5 Erosión en esmalte y dentina.....	66
3.2.6 Dientes con blanqueamiento.....	70
Conclusión.....	74
Referencias bibliográficas.....	75

Introducción

La adhesión en odontología cada día es más utilizada en tratamientos restauradores con mínima invasión tanto en esmalte como en dentina, minimizando el tallado o el retiro del tejido dental, evitando el uso de anestésicos, logrando tratamientos duraderos a largo plazo y las mejores propiedades de los materiales.

La adhesión se centra en unir un sustrato sólido con un sistema adhesivo, manteniendo una fuerza de unión al momento de estar en íntimo contacto, ya sea en unión química o física.

Los sistemas adhesivos presentan una gran variedad de clasificaciones a lo largo de su historia, cada clasificación busca categorizar de acuerdo a sus características, generaciones por año de lanzamiento al mercado, método de uso, pasos clínicos, la estrategia de adhesión, etc.; lo cuál llega a generar confusión para la selección del material apropiado según el tipo de sustrato y el material restaurador.

El desafío de los sistemas adhesivos actuales consiste en lograr y proporcionar fuerzas de unión óptimas en los diferentes sustratos dentales, tanto en sustratos sanos como en sustratos con modificaciones en su morfología, como escleróticos, con defectos del desarrollo del esmalte, lesiones no cariosas; por estos motivos es recomendable conocer cada uno de los sistemas, su uso, propiedades, así como los cambios anatómicos y morfología de cada sustrato a restaurar.

La conformación de los dientes está dada por dos tejidos duros: el esmalte y la dentina.

El esmalte está compuesto de: una matriz inorgánica de cristales de hidroxiapatita correspondiente al 96% de su peso en esmalte maduro, agua en un 3% de su peso y matriz orgánica en un 1% de su peso, volviéndolo un tejido relativamente estático; en cambio, la dentina está compuesta de una matriz inorgánica constituida por: minerales de calcio y fosfato en 70% de su

peso, agua en 10% de su peso y una matriz orgánica constituida por colágeno en un 20% de su peso; volviéndose un tejido vivo y complejo.

Cada sustrato tiene características diferentes haciendo la adhesión particular en cada uno, esto se debe principalmente a las diferencias en sus composiciones. El principio de adhesión en esmalte se basa en el patrón de grabado, el cual consta de la creación de microporosidades retentivas, beneficiando la unión de los materiales de resina, haciéndolo uno de los sustratos más sencillos para la adhesión, por el contrario, en la dentina lograr el mismo nivel de adhesión como en esmalte es un reto difícil debido principalmente a la presencia de fibras colágenas y de los túbulos dentinarios los cuales contienen el fluido interdentario, haciéndolo una estructura muy diferente en comparación con el esmalte.

Con la introducción del grabado en esmalte por el Dr Buonocore en 1955, describiendo los beneficios del grabado con ácido fosfórico en los sustratos dentales, se da el inicio de la odontología adhesiva.

Para comprender mejor los sistemas adhesivos es primordial conocer su composición química y su presentación, sin importar cómo funcionan todos presentan compuestos similares, en general contienen: ácidos, múltiples monómeros, solventes orgánicos, activadores e inhibidores de la polimerización, entre otros componentes en particular; también es necesario el conocimiento de los factores que influyen en la adhesión como: el barrillo dentinario, la capa híbrida, la humectabilidad, la tensión superficial, el ángulo de contacto, la capa inhibida por oxígeno y las estrategias de grabado.

Los cambios en la composición que se desarrollan en los sustratos dentales pueden provocar interferencias o complicaciones en la unión, debido a que los protocolos adhesivos convencionales están diseñados para sustratos sanos y no afectados morfológicamente.

El propósito de este trabajo es hacer una revisión de los protocolos adhesivos en sustratos alterados por alguna patología como: dentina

esclerótica, defectos del desarrollo del esmalte, dentinogénesis imperfecta, lesiones cervical no cariosa, erosión y blanqueamiento dental.

A grandes rasgos los sistemas adhesivos permiten mejorar la adhesión a los sustratos dentales, haciendo los tratamientos restauradores cada vez menos invasivos, sin embargo, en ocasiones se requiere hacer ciertas modificaciones a los protocolos adhesivos con la finalidad de tener éxito en aquellos sustratos que sufrieron cambios en su composición debido a causas internas y/o externas, siempre buscando mejorar las fuerzas de adhesión, la durabilidad a largo plazo y optimizar las propiedades de los sistema adhesivo.

Antecedentes

El inicio de la odontología adhesiva se da en 1955 por el Dr Buonocore M. (Fig. 1.), considerado por muchos como el padre de la odontología adhesiva moderna.¹ Siendo su principal aportación las investigaciones sobre los beneficios del grabado ácido en los sustratos dentales.²



Figura 1. Michael Buonocore, padre de la odontología adhesiva moderna.³

Los inicios de Buonocore en la odontología se deben a su interés en erradicar la caries dental, con la aplicación de su conocimiento y experiencia en química, mencionando que para lograrlo, es necesario el desarrollo de una apropiada aplicación de la investigación en esta área, llevándolo a estudiar en la escuela dental (Tufts University) hasta 1945 que concluyó sus estudios.¹

El principal problema para la adecuada retención de las resinas a los sustratos dentales es el acúmulo de detritus, placa bacteriana y una capa de película adquirida, en las fosetas, fisuras y fosas irregulares e imperfecciones de los dientes posteriores, las cuáles deben ser eliminadas para lograr una adecuada retención.¹

Buonocore al tener conocimientos sobre química, conocía que al tratar la superficie de los metales con determinados ácidos la unión de la pintura o las resinas se mejoraba, por lo que decidió aplicar el mismo principio en las estructuras dentales, tomó el ácido muriático como primer ácido grabador por ser el utilizado en la industria de la pintura. Sin embargo, tomó la decisión de cambiar el ácido muriático por los materiales usados en la odontología en aquellos años, usando el ácido fosfórico al 85%, el cuál era el líquido usado como mezclador en los cementos de silicato y del fosfato de zinc.¹

Buonocore M. fue nombrado coordinador de investigación y director del área de materiales dentales en Eastman Dental en Rochester NY, por el Dr. Bidy a finales de 1953, dando inicio a su exitosa carrera en la odontología,¹ impulsó la investigación en el tema de la adhesión sobre los beneficios del ácido fosfórico al 85% para aumentar la adhesión de un compuesto químico plástico que al endurecer en los sustratos dentales tuviera como propósito reducir la incidencia de caries en niños,² como resultado desarrolló un material restaurador sellante capaz de adherirse sobre la superficie de las caras oclusales de los dientes posteriores.¹

Los primeros sistemas adhesivos se fabricaron para adherirse al esmalte mediante el uso de ácido fosfórico, teniendo la función lavar las caras oclusales para otorgar una superficie limpia y fácil de humectar, resultando en el hallazgo de irregularidades microscópicas sobre la superficie del esmalte, en donde el material restaurador de resina líquida fluye, humecta y penetra; generando retención mecánica al endurecer.⁴

La aplicación de un ácido fosfórico no solo facilitó la humectabilidad como se esperaba, sino que también, al endurecer la resina está se adhería

fuertemente a la superficie, llamando a este proceso como “Grabado del esmalte” por Buonocore, marcando el desarrollo de la odontología adhesiva.¹

Como resultado de las investigaciones clínicas, Buonocore desarrolló los primeros protocolos adhesivos en el años de 1956, mencionando en estos la gran posibilidad de proteger los dientes de las bacterias cariogénicas, la realización de restauraciones sin preparaciones con retención mecánica y sin anestesia, usando un plástico con valores altos de retención para la prevención de caries.¹

La revolución de las resinas como son los selladores de fosetas y fisuras, se dio a inicios de 1960 por Ray Bowen, quien incorporó BIS-GMA como material orgánico en las resinas, dando como ventaja el flujo, la capacidad de humectación, el bajo coeficiente de expansión térmico y la baja contracción a la polimerización.¹

Un avance importante para los materiales restauradores adhesivos fue la introducción de la polimerización mediante luz, desarrollado en el Eastman Dental Center, a cargo del Dr. Buonocore y el Dr. Roy House.¹

En 1972, Chow y Buonocore demostraron que el ácido fosfórico en concentraciones por debajo del 30% no son aceptables como un agente grabador, al aplicarse a está concentración puede formar bioproductos que no son fácilmente eliminados de la superficie, lo cuál interfiere en los valores de retención.¹

El desempeño de la adhesión a dentina no es tan satisfactorio como en el esmalte, por lo que la compañía Kuraray en Japón en conjunto con el Dr. Fusayama en 1981 obtuvieron resultados favorables en la adhesión a esmalte y dentina; creando el primer sistema que promovió la adhesión

mecánica y química, con el desarrollo de nuevos monómeros fosfatados (MDP) los cuales mejoraron la adhesión a dentina y a esmalte mediante el intercambio iónico fosfato/calcio y la capa de barrillo dentinario para favorecer la adhesión.¹

Gwinner, reportó la capacidad de la resina para penetrar en el esmalte recién grabado con ácido en las irregularidades prismáticas, siendo una nueva estructura de hibridación. Así mismo Nakabayashi, en 1982, demostró que en dentina el ácido fosfórico ayuda a la infiltración de la resina, formando lo que se conoce como capa híbrida, la cuál es una capa estructural superficial compuesta por una matriz orgánica de dentina desmineralizada infiltrada con monómeros resinosos, formando una nueva visión de la adhesión a dentina.¹

Dr. Norling propuso en el 2004 que los sistemas adhesivos deben cumplir con tres requisitos: preservar y conservar la mayor cantidad de estructura dental, establecer una retención óptima y duradera, y prevenir las microfiltraciones.⁵

Gracias a las investigaciones en el tema de la adhesión y la evolución de los sistemas adhesivos, se da el impulso de la odontología mínimamente invasiva, cambiando la idea de las preparaciones de las cavidades preservando la máxima estructura sana del esmalte y dentina.¹

Capítulo 1. Generalidades de adhesión

El concepto de adhesión proviene del latín *Adhaesio*, que significa unir o pegar una cosa con otra, siendo su definición más simple y general.⁶

Existen definiciones más complejas sobre la adhesión como son:

- Propiedad de la materia que une dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto, manteniéndose juntas por fuerzas intermoleculares.⁶
- Fenómeno por el cuál dos superficies colocadas en contacto se mantienen unidas por fuerzas de atracción establecidas entre sus moléculas; unión química o mecánica entre materiales por medios adhesivos.
- Fuerza que produce la unión de dos sustancias cuando se ponen en íntimo contacto.
- Adhesión mecánica, es la que se produce cuando una de las partes penetra en las irregularidades que presenta otra, quedando de tal manera trabadas.
- Adhesión química es la que se produce cuando las partes en contacto por medio de la fuerza obtenida por la formación de uniones químicas entre la superficie que se adapta entre sí por un contacto íntimo.

La adhesión en odontología, es la acción de unir a un sustrato sólido (las estructuras dentales) a un biomaterial a aplicar, en la cuál se generan fuerzas que las mantengan fijas de forma permanente.⁷

1.1 Adhesión en Esmalte

El esmalte es el único tejido hipermineralizado derivado del ectodermo que recubre y protege los tejidos del sistema dentino - pulpar.⁷ Está compuesto de una matriz inorgánica de cristales de hidroxapatita en un 96%, 1% de matriz orgánica que consta de proteínas y lípidos, y 3% de agua.⁸

La conformación del esmalte está dada por células especializadas llamadas ameloblastos, los cuales forman una estructura mineralizada con el calcio y fósforo, denominada estructura cristalina. En la figura 2 se muestra la estructura del esmalte.⁹

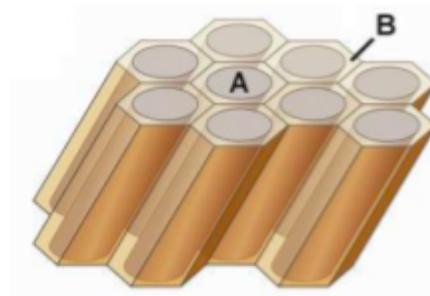


Figura 2. Muestra esquemáticamente de la estructura del esmalte dental, (A) prismas del esmalte y (B) esmalte prismático.¹⁰

El principio de adhesión en el esmalte se basa en la formación del patrón de grabado, el cuál se genera por el aumento en la energía superficial de 28 a 72 dinas/cm con la aplicación de un grabado ácido, el cuál disuelve los prismas del esmalte, removiendo una capa superficial de alrededor de 10 micrómetros (μm)⁹ y crea una superficie con microporosidades de 5 - 50 μm , aumentando el área de superficie y la energía superficial. Al colocar los sistemas adhesivos de baja viscosidad, escurren y rellenan las porosidades produciendo la formación de “tags” de resina,¹¹ que son prolongaciones de resina dentro del tejido dentario.⁹

1.2 Adhesión en dentina

La dentina está ubicada por debajo del esmalte, constituida por células especializadas llamadas odontoblastos, siendo la masa principal del diente; no es una estructura cristalina en comparación con el esmalte, sino un tejido vivo con estructura porosa y perforada de lado a lado por los túbulos dentinarios (Fig. 3.). Los túbulos dentinarios son los encargados de desarrollar los procesos celulares de los odontoblastos y el líquido fisiológico llamado fluido interdentinario.⁹

Los odontoblastos de la dentina sana tienen la capacidad de formar dentina durante toda la vida de un diente.⁹

La dentina está compuesta de una matriz inorgánica constituida por una matriz mineral de calcio y fosfato en 70%, por agua en 10% y una matriz orgánica constituida por colágeno en un 20%. El colágeno es una estructura formada por cadenas de proteínas las cuales dan por resultado fibras colágenas.⁹

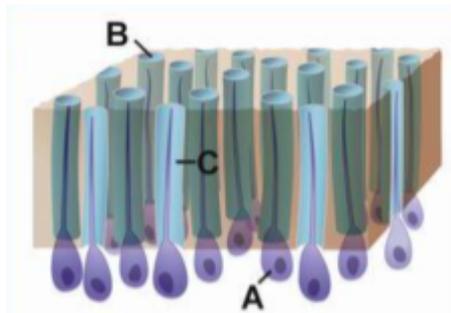


Figura 3. Muestra esquemáticamente de la dentina dental, (A) odontoblastos, (B) los túbulos dentinarios y (C) Fluido dentinario.¹²

Los principios de adhesión a dentina están bien establecidos hoy en día con base en el trabajo de Nakabayashi et al en 1982 y se basa en el

grabado superficial con la aplicación de un grabado ácido, el cuál crea una interfaz llamada capa híbrida, formada por la penetración de los monómeros y el barrillo en los tejidos duros.¹³

Dependiendo del sistema adhesivo usado, es el manejo del barrillo dentinario pudiendo ser modificado, disuelto o eliminado, a consecuencia del manejo del barrillo dentinario se produce la penetración de los sistemas adhesivos en la dentina estableciendo la unión adhesiva retentiva (Fig. 4.).⁹

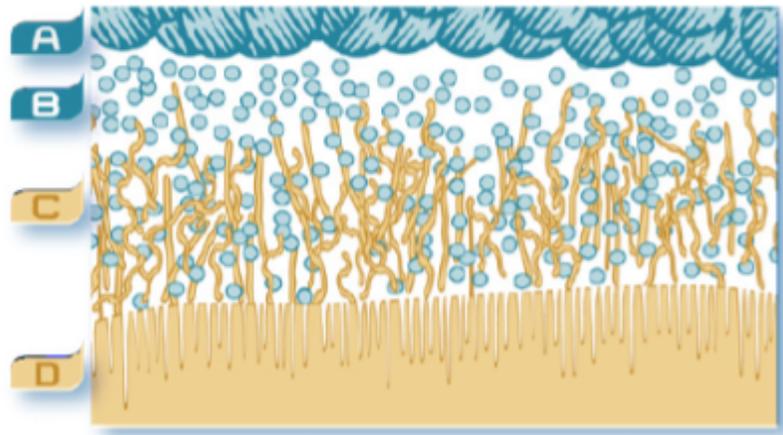


Figura 4. Imagen ilustrativa del proceso de adhesión en dentina, (A) resina, (B) Sistema adhesivo (C) Capa híbrida, (D) Dentina desmineralizada.¹⁴

La adhesión a dentina no presenta los mismos valores que en el esmalte, siempre serán inferiores si se les compara, esto se debe principalmente a la presencia de las fibras de colágeno y los túbulos dentinarios con presencia de fluido interdentario, haciendo una estructura muy diferente comparada a la del esmalte.⁴

1.3 Sistemas adhesivos

Los sistemas adhesivos tienen la función de mejorar las fuerzas que mantienen la unión entre las superficies de los sustratos orgánicos sólidos, creando un estrechamiento de los materiales de restauración.¹

Todos presentan compuestos similares como son: ácidos, monómeros, solventes orgánicos, activadores e inhibidores de la polimerización, entre otros.¹

1.3.1 Componentes de los sistemas adhesivos

Ácido grabador

El ácido grabador (Fig. 5.) utilizado en odontología es el fosfórico en una concentración del 35 - 37%, el mecanismo de acción consiste en disolver los prismas del esmalte y el esmalte interprismático.⁹ El cambio en la morfología del esmalte crea microporosidades de hasta 7.5 μm , lo que permite la penetración de la resina y la formación de “*tags*” de resina, generando una unión micromecánica. En el caso de los sistemas adhesivos de autograbado no se utiliza ácido fosfórico, sino que el sistema adhesivo incluye monómeros ácidos que permiten el grabado sin la necesidad de la aplicación de un ácido.²



Figura 5. Imagen ilustrativa de Ácido Grabador al 35%.¹⁵

Monómeros

Los monómeros son considerados componentes clave, siendo los principales compuestos de un sistema adhesivo. Presentando dos tipos de monómeros:

- Los monómeros funcionales con propiedades hidrofílicas, dependiendo del grupo funcional específico pueden ejercer diferentes

acciones como: aumentar la humectabilidad de los sustratos, iniciar la desmineralización o establecer propiedades antibacterianas.

- Los monómeros reticulares con perfil hidrofóbico, encargados de formar la matriz polimérica del adhesivo, el cuál será el responsable del comportamiento biomecánico, su interacción y copolimerización con el sustrato restaurador.¹

Primers

Los *primers* (Fig. 6.) son monómeros disueltos en solventes que sirven como vehículo de la resina adhesiva para lograr un adecuado flujo y por lo tanto puedan penetrar en la dentina.^{1,5,7} Se conforma de dos terminaciones: una hidrofílica y otra hidrofóbica:⁷ lo que permite la unión entre la resina adhesiva o cementos adhesivos a la dentina. Tras su colocación se debe aplicar una capa suave de aire, con la finalidad de evaporar los solventes y dejar una capa brillante y homogénea en la superficie.⁵

Los sistemas adhesivos de autograbado utilizan *primers* de monómeros ácidos, siendo el Metacrilato de hidroxietilo (HEMA) el monómero más usado.¹



Figura 6. Imagen ilustrativa de *Primer OptiBond™*.¹⁶

Los solventes son los componentes fundamentales para la correcta adhesión y la adecuada evaporación; los más utilizados son:

- El agua: se evapora muy lentamente lo que eleva el tiempo de secado.

- El etanol: se evapora más lentamente y necesita un tiempo moderado de secado.
- La acetona: se evapora rápidamente y necesita menor tiempo de secado.²

Adhesivo

El adhesivo (Fig. 7.) está conformado por monómeros hidrofóbicos, los cuales actúan como intermediarios entre el primer y el material de restauración o cementación,⁷ consiste en una resina fluida y se aplica en la dentina o esmalte ya acondicionado y el material restaurador. El adhesivo promueve la unión entre los sustratos dentales y la resina hidrofóbica; debiendo ser aplicada inmediatamente posterior a su dosificación, esto para evitar la evaporación prematura de los solventes y siendo necesario un curado adecuado para lograr una correcta retención y sellado en la interfase.²



Figura 7. Imagen ilustrativa de Adhesivo OptiBond™.¹⁷

1.3.2 Clasificación de sistemas adhesivos

La mayoría de las generaciones de adhesivos se adhieren bien a la estructura microcristalina del esmalte, sin embargo, el problema principal es la baja fuerza de adhesión a la dentina semiorgánica y el tiempo que se

emplea en la colocación de cada paso. Debido a esto, se han diseñado diversos sistemas, para mejorar sus propiedades.¹⁸

1.3.2.1 De acuerdo al número de pasos clínicos

1.3.2.1.1 Tres pasos clínicos

Los adhesivos de tres pasos clínicos: son sistemas que demandan un grabado ácido, lavado y secado, el uso de un *primer* y el adhesivo como pasos posteriores al grabado y enjuague.⁵

Estos se presentan en tres botellas, una botella que contiene el grabador, otra botella que contiene un *primer* el cual será aplicado únicamente en dentina y por último una botella con un agente adhesivo siendo aplicado simultáneamente en dentina y esmalte.²

Debido a la presencia de 3 botellas se aumenta el número de pasos y tiempo, sin embargo, una de las principales ventajas es la adecuada unión adhesiva en esmalte y dentina dando valores de unión aproximada de 31 MPa. y mejor durabilidad a largo plazo.⁵

1.3.2.1.2 Dos pasos

Los sistemas adhesivos de 2 pasos presentan 2 botellas, contando con dos presentaciones:

- Convencional: consta de una botella que contiene el ácido grabador y otra botella que contiene el *primer* y el adhesivo combinados en una sola.
- Autograbante: una botella que contiene un primer autograbante y otra con el adhesivo.²

La función de la botella que contiene el primer autograbante será acondicionar la dentina, modificar la capa de barrillo dentinario de la superficie e incorporar los productos a la capa híbrida.²

El mecanismo de acción es similar al empleado en el de 3 pasos clínicos, sin embargo, estos sistemas son sensibles a la técnica, es necesaria la aplicación del sistema en húmedo para evitar el colapso de las fibras colágenas desmineralizadas en la dentina. Siendo un reto para el clínico mantener la humedad adecuada, volviéndose una técnica sensible al operador.⁵

1.3.2.1.3 Un solo paso

Los sistemas adhesivos de un solo paso o una botella presentan una fórmula que combina el primer autograbante y un agente adhesivo contenidos en la misma botella. Debido a la disminución de botellas o pasos, se simplifica su uso, reduciendo los errores de técnica o manipulación,² minimizando el tiempo de manejo y teniendo como resultado valores de unión aproximados de 20 MPA.⁵

Al eliminar el paso de lavado, solo es necesario un secado con chorro suave de aire para distribuir uniformemente el adhesivo previo a su fotopolimerización.⁵

Estos sistemas adhesivos están compuestos por una solución de monómeros ácidos hidrofóbicos, solventes orgánicos y agua. Al usar acetona o alcohol como solventes inducen a la evaporación iniciando la fase de separación, la formación de gotas de agua y la inhibición por el oxígeno, favoreciendo la degradación hidrolítica.⁵

1.3.2.2 De acuerdo a la generación

La presente clasificación se refiere a el orden y cronología de desarrollo del sistema adhesivo por parte de los diferentes fabricantes dentales.²

1.3.2.2.1 Primera Generación

La primera generación de sistemas adhesivos fue publicada por Buonocore en 1956, el cuál demostró que el uso de resina con contenido dimetacrilato de ácido glicerofosfórico (NPG-GMA) se unía a la dentina previamente grabada con ácido fosfórico.²

Se desarrollaron mediante la unión iónica a la hidroxiapatita (esmalte) o la unión covalente al colágeno (dentina).² Basando su mecanismo de acción por medio de la quelación del agente adhesivo al calcio de la dentina. Los resultados de está generación fueron eficientes en el esmalte, sin embargo débiles en dentina,¹⁸ con fuerza de unión en el rango de 1 - 3 MPa.²

1.3.2.2.2 Segunda Generación

La segunda generación de sistemas adhesivos para dentina es introducida a finales de la década de los 70's, utilizando principalmente fosfatos polimerizables agregados a la resina bis-GMA con el fin de promover la unión al calcio en la estructura dental mineralizada. El mecanismo de unión se basó en la formación de un enlace iónico entre los grupos de calcio y clorofosfato; presentando fallas debido a la degradación rápida del enlace iónico por la inmersión en agua, similar a la primera generación de adhesivos.²

En esta generación no se elimina el barrillo dentinario, sino que formó parte del agente adhesivo y la unión química, esto dio como resultado una fuerza de unión en dentina relativamente débiles de 4 - 6 MPa y poco confiables,² dando la evidencia de que aún era necesario la retención mecánica en las preparaciones de las cavidades.¹⁸

Mejoró el comportamiento de adhesión en el esmalte en comparación con la primera generación de sistemas adhesivos. Sin embargo, la desventaja

principal fue la alta probabilidad de sensibilidad postoperatoria a largo plazo en las restauraciones oclusales posteriores y un índice de retención del 70%.¹⁸

1.3.2.2.3 Tercera Generación

La tercera generación de sistemas adhesivos para dentina es introducida a finales de la década de los 70's y principios de los 80's, implementando el grabado ácido de la dentina para modificar o eliminar el barrillo dentinario y abriendo la entrada de los túbulos dentinarios, logrando una mayor adhesión.^{2,18}

Esta generación de sistemas adhesivos reflejó un aumento en las fuerzas de adhesión a la dentina en un rango entre 8-15 MPa, disminuyendo la necesidad de retención mecánica en las preparaciones de las cavidades y disminuyendo la sensibilidad postoperatoria en restauraciones oclusales posteriores, originando el inicio de la odontología de mínima invasión o conservadora, permitiendo restaurar lesiones como erosiones, abrasiones y abfracciones sin necesidad de desgaste o tallado por medio mecánico o rotatorio.¹⁸

Siendo los primeros sistemas adhesivos en adherirse a materiales metálicos y cerámicos. Su principal desventaja es la longevidad, ya que la fuerza adhesiva disminuye a los 3 años.¹⁸

1.3.2.2.4 Cuarta Generación

La cuarta generación de sistemas adhesivos es introducida en la década de los 80's y 90's, estos fueron los primeros en lograr la eliminación total del barrillo dentinario, siendo nombrados el estándar de oro en la unión a dentina; el sistema consta de 3 envases (grabador, *primer* y adhesivo) que se aplican secuencialmente.²

Se caracterizaron por el proceso de hibridación, que es el reemplazo de la hidroxiapatita y el agua de la superficie del sustrato por resina;¹⁸ mediante el grabado total, donde la dentina y el esmalte se graban al mismo tiempo con ácido fosfórico durante un periodo de 15 a 20 s; sin embargo, debe dejarse húmeda la superficie de la dentina para evitar el colapso de las fibras colágenas.²

El grabado total y la adhesión a dentina húmeda son conceptos creados por Fusayama y Nakabayashi en Japón; siendo los principales distintivos de este sistema de adhesivos.¹⁸

Posterior al grabado se debe aplicar un primer hidrofílico y una resina adhesiva, que infiltran la red restante de colágeno expuesta teniendo como resultando la formación de la capa híbrida;² esto ayudó al incremento de las fuerzas de adhesión dentro del rango de 17 - 25 MPa y a disminución de la sensibilidad,¹⁸ siendo muy efectivos a largo plazo con el uso correcto del sistema, sin embargo, son muy sensibles a la técnica.²

Las desventajas principales son para el clínico debido a la existencia de dos o más ingredientes que deben ser mezclados en proporciones exactas y el consumo excesivo de tiempo en los pasos de aplicación para lograr la óptima adhesión, resultando en una técnica sensible y complicada.^{2,18}

1.3.2.2.5 Quinta Generación

La quinta generación de sistemas adhesivos es introducida en la década de los 90's y 00's, buscando simplificar el proceso de adhesión de la cuarta generación mediante la reducción del número de pasos clínicos, mejorando los tiempos de trabajo.²

Este sistema adhesivo se distingue por ser “todo en uno”, de “un paso” o de “una botella”, combinando el *primer* y el adhesivo en una solución para aplicarse sobre el esmalte y dentina simultáneamente con ácido fosfórico al 35 - 37% durante un periodo de 15 a 20 s.²

La fuerza de adhesión a la dentina está dentro del rango de 3 - 25 MPa. presentando una afectación al rendimiento con el paso del tiempo; el sistema es susceptible a la degradación por inmersión de agua debido a que el *primer* tiene que ser de naturaleza hidrofílica.² Sin embargo, son los sistemas adhesivos más aptos para todos los procedimientos restauradores, a excepción de los materiales duales autopolimerizables.¹⁸

1.3.2.2.6 Sexta Generación

La sexta generación de sistemas adhesivos es introducida en la década de los 90's y 00's, conocidos también como “Self-etching de autograbado” buscando eliminar el paso de grabado o incluirlo en uno de los pasos; caracterizándose por lograr una adecuada unión a esmalte y dentina en una sola solución o botella,² resistentes al paso del tiempo.¹⁸

La ventaja más significativa es que su eficacia depende menos del estado de hidratación de la dentina; sin embargo, los primeros estudios revelaron una unión adecuada en la dentina acondicionada, mientras que en el esmalte la unión fue menos efectiva debido a que los compuestos ácidos no se pueden mantener en la zona y no poseen un pH lo suficientemente ácido para grabar el esmalte; teniendo como solución realizar grabado selectivo únicamente en esmalte con ácido fosfórico antes de aplicar el sistema adhesivo.²

La fuerza de adhesión en dentina está en el rango de 41 MPa, en cuanto al esmalte la unión es un 25% más débil que los adhesivos de 4ta y 5ta generación, al no realizar el grabado selectivo en esmalte.²

1.3.2.2.7 Séptima Generación

La séptima generación de sistemas adhesivos es introducida a finales de 1999 y principios de 2005 simplificando la complejidad de la sexta generación colocando todos los ingredientes indispensables para la unión dentro de una sola botella de autograbado y adhesión de auto acondicionado, haciéndolo más estable durante un periodo de tiempo; buscando minimizar el márgenes de error del procedimiento clínico.^{2,18}

La ventaja de está generación de sistemas adhesivos es el no requerir realizar una mezcla,² ni preparación de la superficie, además de no depender de sensibilidad a la humedad del sistema adhesivo, dando como resultado fuerzas de unión a dentina en el rango de 18 - 35 MPa (en las primeras 24 hrs) y adhesión similar en esmalte.¹⁸

La desventaja principal se debe a la disminución significativa en las fuerzas de unión en esmalte, por su naturaleza hidrofílica sufriendo hidrólisis y degradación a largo plazo,¹⁸ resolviendo está desventaja con el grabado selectivo del esmalte.²

1.3.2.2.8 Octava Generación

La octava Generación de sistemas adhesivos es introducida por Voco con Futurabond[®], que contiene nanorellenos de 12 nm aumentando la penetración de los monómeros de resina y el espesor de la capa híbrida, dando como resultado la mejora de las propiedades mecánicas de los sistemas de unión, prolongando la vida útil.²

Los nano-aglutinantes son soluciones de nanorelleno que mejora la fuerza de unión en esmalte y dentina, disminuyen el estrés, reduce los cambios dimensionales y mejora la longevidad.²

Capítulo 2. Factores que influyen en la adhesión

2.1 Barrillo dentinario

Al realizar la preparación de la cavidad con instrumentos rotatorios o manuales, se forma una capa de detritos en la superficie de la dentina y el esmalte recién cortados de 0.5 - 2 μm de espesor, conocida como barrillo dentinario (*smear layer*),¹⁹ obliterando los túbulos dentinarios formando un tapón dentinario (*smear plug*), disminuyendo la permeabilidad de la dentina y dando como resultado baja fuerza de adhesión.¹¹ Compuesta principalmente de partículas minerales de esmalte y dentina, fibras colágenas, placa dental, bacterias, película adquirida, saliva e incluso sangre (Fig. 8.).¹⁹

La presencia de barrillo dentinario en condiciones clínicas reduce la permeabilidad en un 86% en los sustratos dentales,² interfiriendo en la adhesión a la dentina ya que se mantiene fuertemente adherido a la dentina, obturando los túbulos dentinarios, además no se degrada fácilmente con aerosol de agua y aire,¹⁹ lo que hace necesario modificarlo, eliminarlo o se disolverlo.¹¹

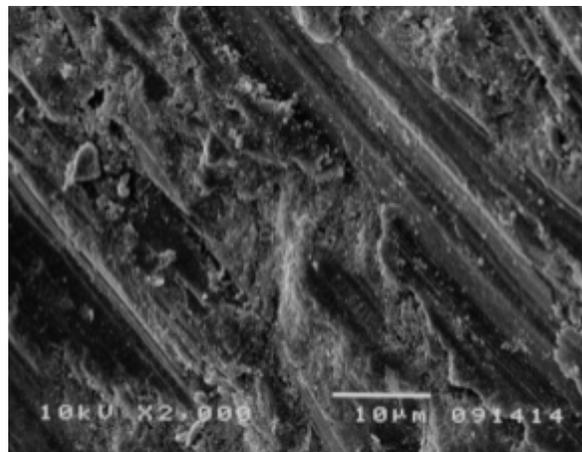


Figura 8. Microscopía electrónica de barrido de esmalte cortado y cubierto por barrillo dentinario.²⁰

2.2 Capa híbrida

El término de capa híbrida es utilizado por primera vez por Nakabayashi en 1982, también llamada zona de interdifusión de resina - dentina, dentina infiltrada con *primer* - resina, capa de dentina impregnada con resina, zona de interdifusión o zona de interpenetración; se forma cuando la dentina acondicionada y las fibras colágenas son infiltradas y reforzadas con monómeros de resina que se endurece mediante la polimerización.²¹ Para comprender la formación de la capa híbrida, es necesario conocer y comprender los componentes de los sistemas adhesivos que constituyen de un grabador, *primer* y una resina adhesiva.²

El éxito de la adhesión en las estructuras dentales se debe entre otros factores a ésta capa, ya que es durable, insoluble y resistente a los ácidos, sellando la interfase y eliminando las microfiltraciones.²¹

Los mecanismos necesarios para la formación de la capa híbrida son:

- La eliminación del barrillo dentinario por medio del grabado ácido o agentes quelantes del calcio, con el fin de descalcificar la capa superficial de la dentina con cierta profundidad.
- La exposición de las fibras de colágeno por medio de la descalcificación de la dentina intertubular. Este proceso puede ocasionar el colapso de las fibras de colágeno debido a que están sostenidas por la matriz inorgánica.
- La aplicación correcta del *primer*, los cuales contienen monómeros hidrófilos que llegan a modificar o alterar la posición de la red de fibras de colágeno, su elasticidad y la humectabilidad, mejorando la penetración de las resinas adhesivas y ensanchar los espacios interfibrilares para sostener y mantener su nivel.

- Los monómeros hidrofílicos funcionan como receptores de la copolimerización de la resina adhesiva, uniendo las fibras de colágeno de la dentina con la resina adhesiva y el material restaurador.²¹

La dentina al ser un tejido vivo y con características únicas se deben presentar ciertos eventos para la formación exitosa de la capa híbrida y así lograr una buena adhesión, siendo:

- Las fibras de colágeno deben de encontrarse compactadas, sueltas y sin soporte con la aplicación de monómeros hidrofílicos posterior al acondicionamiento de la dentina. Si no se llegara a hacer la aplicación del *primer* la red de fibras de colágeno presentarán un patrón denso, impidiendo la penetración del adhesivo o bonding.
- Evitar el colapso de las fibras de colágeno por la pérdida de su matriz inorgánica, de dos maneras:
 - Manteniendo el sustrato dentinario siempre húmedo y no desecar excesivamente.
 - Con la aplicación de una resina hidrofílica, la cuál penetrará y colocará por debajo de estas, permitiendo recobrar su espesor.
- Evitar la contaminación en los pasos de cada sistema adhesivo.
- Las resinas adhesivas deberán humectar perfectamente los sustratos dentales antes acondicionados.²¹

2.3 Humectabilidad

La humectabilidad es una propiedad física la cuál afecta el comportamiento capilar, se define como la habilidad de los fluidos para adherirse principalmente a una superficie sólida, siendo medido mediante un ángulo.¹⁹

En los sustratos dentales la humectación apropiada aumenta el contacto entre la resina de adhesión y la estructura dental grabada, mejorando la penetración de la resina para formar prolongaciones y así mejorar la adhesión. Las superficies dentales no humectadas adecuadamente permiten la formación de gotas (Fig. 9.), presentando un ángulo de contacto pequeño y una humectación inadecuada.¹⁹

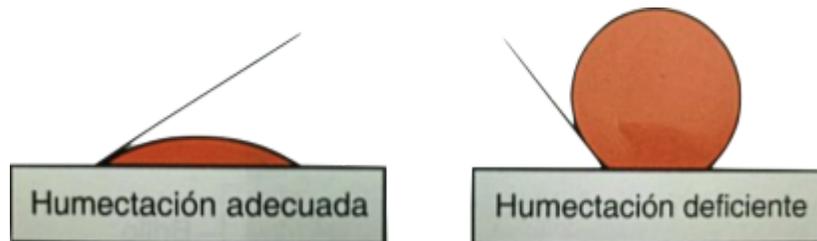


Figura 9. (Izq.) Un ángulo de contacto pequeño hace una adecuada humectación, (Dcha.) un ángulo de contacto alto hace una deficiente humectación.²²

2.4 Ángulo de contacto

En rasgos generales un ángulo de contacto es la forma que toma un líquido al entrar en contacto con un sólido, este se mide en ángulos. Aquellos ángulos de contacto menores a 90° presentarán fuerzas muy altas de adhesión, debido a que el líquido es atraído por la superficie del sólido y se expande adecuadamente, siendo superficies hidrófilas, sin embargo, ángulos de contacto mayores a 90° presentarán fuerzas muy bajas de adhesión, debido a que la superficie repele el líquido, siendo superficies hidrófobas; el ángulo de contacto ideal es 0° . Siendo la tensión superficial una característica importante entre los líquidos y las superficies sólidas para la forma que tomará el ángulo de contacto.¹⁹

El ángulo de contacto se forma en la línea que delimita la superficie de adherencia entre la gota de un líquido y un sólido, se mide trazando una línea recta en la superficie de contacto, entre menor sea el ángulo de

contacto, mejor será la capacidad de humectación y como resultado mejora la capacidad de adhesión (Fig. 10.).¹⁹

Para lograr una unión adecuada entre los sustratos y los adhesivos, es necesario que el ángulo de contacto del líquido adhesivo sea lo más bajo posible sobre la superficie del esmalte mejorando la capacidad de humectabilidad.⁹

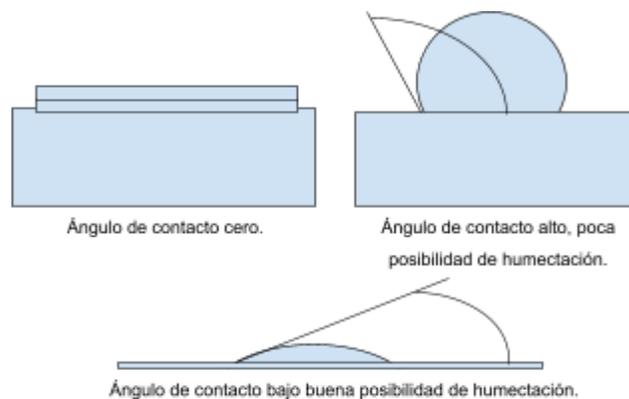


Figura 10. Ángulos de contacto en los líquidos.²³

De acuerdo a Newman y Sharpe los ángulos de contacto de los líquidos sobre la superficie dental cambian dependiendo de su tratamiento reflejados en la **Tabla 1.**²⁴

Tabla 1. Ángulos de contacto sobre la superficie dental.

Tratamiento previo	Líquido	Ángulo
Sin tratamiento	Agua destilada	70°
Con profilaxis previa	Agua destilada	53°
Con profilaxis previa	Resina epóxica + aminas	36°
Con grabado ácido	Agua destilada	Se extiende 0°
Con grabado ácido	Resina epóxica + aminas	Se extiende 0°

Nota: La tabla representa los ángulos de contacto que se forman sobre las superficies dentales. Tomada de: Guzmán HJ.²⁵

2.5 Tensión/energía superficial

Las moléculas y los átomos se unen entre sí por una energía formada el estado sólido, cada uno de estos ejerce una atracción a su interior, lo que origina una atracción de todo aquello que esté en su alrededor, esto se modifica cuando se refiere a una superficie, queda una zona libre, ya que no cuentan a quien atraer en esta dirección. El espacio no cubierto en el cuál se está ejerciendo fuerzas o energía libre se le denomina energía superficial. En el caso de los líquidos se le denomina tensión superficial (Fig. 11.), siendo la fuerza que ejerce un líquido sobre una superficie generada por la atracción no ejercida hacia su interior sobre las moléculas de la superficie.²⁶

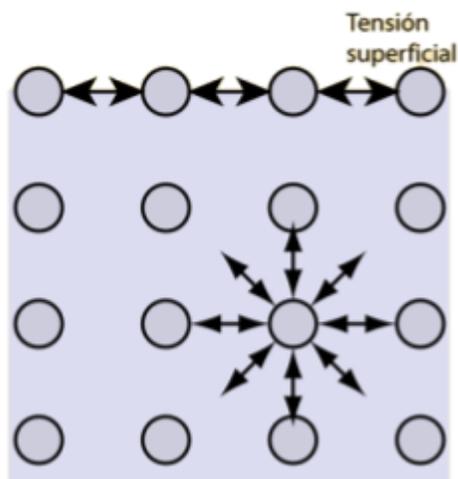


Figura 11. Imagen ilustrativa de tensión superficial.²⁷

El aumento de la energía superficial del esmalte genera mayores fuerzas de unión, permitiendo la penetración del agente de unión.²⁶

La tensión superficial baja de un fluido va a permitir que se esparza con facilidad sobre la superficie de un cuerpo, humectando y adosándose a la superficie con un ángulo de contacto más cercano a 0.¹⁹

2.6 Estrategias de grabado

El desarrollo de los diferentes sistemas adhesivos en la actualidad ha permitido la creación de diferentes estrategias de grabado, la selección de cada estrategia se da dependiendo del sustrato a aplicar, así como al caso o resultados a esperar.¹

El primer grupo está constituido por los sistemas adhesivos de grabado total (*Etch-and-Rinse*) y el segundo grupo son los sistemas adhesivos de autograbado (*Self-Etch*); también existiendo una modificación en el modo de grabado de estos denominado grabado selectivo.¹

2.6.1 Estrategia de grabado Total

La estrategia de grabado total consiste en la aplicación de un gel de ácido fosfórico en una concentración del 37% en la superficie del esmalte y dentina (Fig. 12.),⁹ el grabado ácido no debe de exceder los 15s en dentina y un mínimo 15s sobre el esmalte,¹ siendo una fase previa la cual acondicionamiento los tejidos con ácido y aplicándose antes de la colocación del adhesivo.⁹



Imagen 12. Fotografía clínica que muestra la aplicación de un grabado total.²⁸

El grabado ácido se comporta de diferente manera según el sustrato dental donde se aplique:

- En esmalte: el ácido penetra profundamente en las zonas ricas en matriz orgánica, disolviendo selectivamente los prismas del esmalte generando una superficie porosa e irregular que permite la penetración de monómeros de resina de los sistemas adhesivos y así brindar la retención micromecánica a través de los "tags" de resina.⁹
- En dentina sana: elimina la capa de barrillo dentinario, facilitando la interacción del adhesivo con la red colágena expuesta, garantizando la infiltración del adhesivo y sellado de los túbulos dentinarios,⁹ sin embargo, en dentina cariada, cortada, erosionada o desgastada el barrillo dentinario se introduce en los túbulos dentinarios, impidiendo la apertura óptima de los túbulos dentinarios, limitando la profundidad del grabado en menos de 10µm originando un patrón de grabado anómalo con forma de orificios cilíndricos cónicos superficiales.²⁹

La técnica de grabado total es y será por siempre la técnica más rápida, efectiva y además protege a la pulpa inmediatamente por el sellado hermético de los túbulos dentinarios; siempre y cuando no queden agentes ácidos en la superficie. La dentina vital desmineralizada por medio de grabado ácido se remineraliza por completo después de algunos meses por función de los odontoblastos.²⁹

Los pasos del grabado total son:

- Se realiza una aplicación de ácido fosfórico al 37% simultánea en esmalte y dentina, se aplica primero en esmalte durante 15s y posterior se aplica en dentina durante 15s, esto da 30s de grabado en el esmalte.

- Enjuagar el ácido grabador con chorro de agua durante 15s y secar con chorro de aire, en el esmalte el grabado se muestra clínicamente como un esmalte blanco lechoso.

Posteriormente sigue la colocación del sistema adhesivo.

- Aplicación del *primer* en dentina los cuales contienen monómeros sirviendo de unión entre la dentina y el adhesivo.
- Aplicar el adhesivo, este consta de monómeros hidrófobos que infiltran las microporosidades y zonas retentivas creadas en esmalte y el *primer* de la dentina.
- Fotopolimerización por lo menos 20s o como lo indique el fabricante.⁹

Una desventaja de esta estrategia es el secado ya que se debe mantener un bajo nivel de humedad en el esmalte y mantener una dentina hidratada para mejorar la adhesión; si la dentina es desecada se produce un colapso de la red de colágeno, eliminando los espacios entre las fibras de colágeno en donde los monómeros se esparcen y penetran.¹

2.6.2 Estrategia de grabado selectivo

El grabado selectivo es una modificación a la técnica de grabado total, excluyendo el grabado en la dentina, esta será tratada posteriormente con un sistema de autograbado de 2 pasos primer y adhesivo (Fig. 13.).

El grabado selectivo tiene el mismo efecto en el esmalte que el grabado total, esto busca eliminar el manejo con ácido fosfórico en dentina sustituyéndolo con grabado con monómeros ácidos.

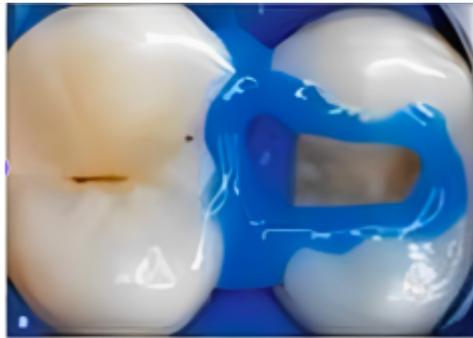


Imagen 13. Fotografía clínica que muestra la aplicación de un grabado selectivo.³⁰

Los pasos del grabado selectivo son:

- Se limpia la cavidad.
- Se coloca ácido fosfórico al 37% solo en esmalte durante 30s.
- Se lava con chorro de agua, evitando la entrada de ácido a la dentina y se seca sin desecar la dentina.
- Se coloca una capa de clorhexidina 0.2 - 2.0%.

Posteriormente sigue la colocación del sistema adhesivo autograbante.

- Se coloca adhesivo en dentina y esmalte.
- Se fotopolimeriza por lo menos 20s.

2.6.3 Autograbado

La estrategia de autograbado consiste en la aplicación de monómeros ácidos encargados de realizar el acondicionamiento, desmineralizado e infiltrando en el esmalte y la dentina de forma simultánea (Fig. 14.), no requieren la aplicación de un grabado total o selectivo ni un lavado adicional y han demostrado conseguir adecuadas y estables fuerzas de unión a la dentina.⁹



Imagen 14. Fotografía clínica que muestra la aplicación de un autograbado.³¹

Debido a que contienen monómeros ácidos se clasificaron en:

- Ultra suaves o suaves: estos desmineralizan la dentina dejando cristales de hidroxapatita superficiales alrededor de las fibras de colágeno para su interacción química. Los tapones dentinarios no se eliminan por completo de los túbulos dentinarios, causando menos sensibilidad postoperatoria.²
- Fuertes: desmineraliza la dentina similar a la aplicación de ácido fosfórico, estos causan una mayor sensibilidad debido a la presencia de monómeros ácidos posteriores, ya que estos no se eliminan o se enjuagan. Crean un patrón de grabado más profundo en comparación de los ultrasuaves y suaves.²

Se introdujeron en el mercado con el objetivo principal de controlar la sensibilidad a la humedad de la estrategia de grabado total o selectiva, así como simplificar la aplicación de los sistemas, requiriendo menos pasos y eliminando la necesidad de un juicio clínico acerca de la humedad residual de la dentina.²

Los pasos del autograbado son:

- Se limpia la zona en donde se colocará el sistema de autograbado.
- Colocación de dos capas del sistema de autograbado con un aplicador desechable frotando vigorosamente sobre la superficie entre 20 - 40s, teniendo varias finalidades, entre ellas la activación y desactivación correctamente de los monómeros ácidos, la evaporación de los solventes y que se esparza correctamente en la superficie.
- Aplicación de aire suave por 15s.
- Fotopolimerización por lo menos 20s.

2.7 Capa inhibida por oxígeno

Es una delgada capa superficial que se forma cuando se aplica en los sustratos dentales una resina compuesta, generando una capa superficial sin polimerizar debido a que está queda expuesta al oxígeno en el aire. Compuesta por monómeros y oligómeros sin polimerizar; al no estar curada adecuadamente facilita el enlace químico entre la capa híbrida y los materiales restauradores o los materiales de cementación, fortaleciendo la unión entre las capas de resina.^{19,32}

Tiene que ser inhibida siempre y cuando ya no se necesite la unión entre la capa híbrida y los materiales restauradores o materiales de cementación, así como, antes de realizar cualquier pulido final.^{19,32}

El procedimiento clínico para evitar o anular la capa inhibida por oxígeno será la aplicación de un gel hidrosoluble (glicerina) en la última capa de resina y polimerizar, está no interfiere en las propiedades o características de los materiales, siendo un gel transparente, económico, fácil de colocar y retirar.³³

Con el avance en los sistemas adhesivos y su simplificación de pasos genera que la capa inhibida por oxígeno sea ácida, en especial adhesivos autograbantes todo en uno, generando incompatibilidad en los composites autoadhesivos, como los materiales de reconstrucción o de cementación, debido a la presencia de ácido en la capa inhibida por oxígeno, el ácido sin curar reacciona con los componentes de los composites autopolimerizables e inhibe la reacción de polimerización, resultando en una interfaz mala y disminuye o anula las fuerzas de unión.

En resumen una capa inhibida de oxígeno en los adhesivos de autograbado tiene como resultado la incompatibilidad con los composites de autocurado.³²

2.8 Metaloproteínasas de matriz

La dentina contiene metaloproteinasas de matriz (MMP), las cuales son un grupo de enzimas neutras dependientes de zinc y calcio, encargadas de regular el metabolismo fisiológico y patológico de los tejidos a base de colágeno. Las MMP parcialmente desmineralizadas son las responsables de la ruptura y degradación de las fibras de colágeno infiltradas de manera incompleta en la capa híbrida y la falla de unión de los composites a lo largo del tiempo,³⁴ ocasionando la destrucción de la interfaz de unión.³⁵

La activación de las MMP se da con la desmineralización parcial, ya sea por un proceso carioso o por la aplicación de un agente ácido, reduciendo el pH haciendo un ambiente favorable para su activación. Es importante la aplicación de inhibidores artificiales de MMP en la superficie dental luego del grabado ácido, promoviendo la integridad y estabilidad de la capa híbrida a lo largo del tiempo, se sugiere el uso de clorhexidina al 0.2- 2.0% y el EDTA.³⁶

2.9 Pretratamiento de los sustratos

Los agentes para el pretratamiento de los sustratos dentales son diversos siendo utilizados con la finalidad de eliminar la película adquirida, saliva,

barrillo dentinario, etc; con la intención de mejorar la adhesión a los sustratos sanos como en los específicos.³⁵

2.9.1 Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio es una sal formada por la unión del ácido hipocloroso (HOCl) e hidróxido de sodio (NaOH), tiene un pH +11, dentro de sus propiedades está que es antibacteriano, solvente de matriz orgánica y que oxida e hidroliza proteínas.³⁵

Su uso en sustratos dentales tiene la ventaja de disolver los componentes orgánicos del barrillo dentinario, haciendo que los cristales inorgánicos actúen como relleno en la capa híbrida, optimizando la adhesión. Si es aplicado antes del grabado ácido por 60s como agente desproteinizante tiene efecto en la densidad y diámetro de los túbulos dentinarios, siendo más homogéneos y predecibles.³⁵

Sin embargo, no es recomendable en esmalte sano, debido a la presencia de remanentes y subproductos de oxidación del NaClO, los cuales llegan a inhibir la polimerización de los sistemas adhesivos.³⁵

Entre sus desventajas se encuentra la complejidad de almacenamiento, la descomposición rápida en contacto con el aire o la luz solar, la potente acción como agente de oxidación y la posibilidad de derramarlo, llegando a producir irritaciones o quemaduras en contacto con tejido vivo.³⁷

2.9.2 El etilendiaminotetraacético (EDTA)

Es un fuerte agente quelante, formado por 4 grupos de ácido carboxilo, los cuales actúan como agentes quelantes, captan los iones metálicos presentes en la dentina, producen la eliminación selectiva de la hidroxiapatita sin

penetrar profundamente en los túbulos dentinarios y permiten la penetración de los *primers* ácidos en estos.^{34,35}

El EDTA usado como pretratamiento en dentina tiene ventajas como la desmineralización superficial de la dentina, efecto inhibitorio sobre las MMP, protección de la interfaz adhesiva por un largo periodo de tiempo y mayor remoción de los depósitos minerales dentro de los túbulos dentinarios.³⁴

Uno de sus principales efectos es el reportado por Wang et al que menciona que el pretratamiento con EDTA mejora la fuerza de unión en dentina esclerótica, por lo contrario, en dentina sana no se ve un aumento en las fuerzas de unión.³⁵

2.9.3 Clorhexidina

La clorhexidina es un agente desinfectante de acción antiséptica, entre sus propiedades es bactericida y fungicida; es utilizado principalmente en la odontología para prevenir infecciones y mantener la salud bucal.

Colocándose como pretratamiento posterior al acondicionamiento ácido, pero antes de la colocación del *primer* o adhesivo, mejora la estabilidad de la unión de las resinas a la dentina a largo plazo, debido a su capacidad de inhibición de las MMP.³⁵

La clorhexidina al inhibir las MMP no afecta la fuerza de unión, pero si, logra mantener la fuerza de unión a largo plazo entre 3 - 6 meses, alargando la vida de las restauraciones.³⁵

2.9.4 Abrasión por aire con partículas de óxido de aluminio

La abrasión por aire es una técnica usada como pretratamiento de las cavidades con el uso de partículas de óxido de aluminio o partículas de

bicarbonato de sodio, se aplica en corrientes de aire comprimido. Su mecanismo de acción es que al aplicarse en los sustratos dentales las partículas choquen sobre la superficie de estos, liberando la energía cinética de las partículas, generando microretenciones y aumento de la rugosidad de la superficie del sustrato, lo que aumenta el área para la adhesión. Además limpia la superficie y elimina el barrillo dentinario lo que aumenta el contacto entre el sustrato dental y los sistemas adhesivos.³⁵

Anja et al menciona que el pretratamiento de los sustratos con partículas de bicarbonato de sodio, aplicado en corrientes de aire comprimido, aumenta la fuerza de unión cuando se usa un adhesivo autograbante, independientemente de la técnica de grabado a utilizar, por lo contrario, el uso de partículas de de óxido de aluminio, aplicado en corrientes de aire comprimido, tiene aumento en las fuerzas de adhesión cuando se utiliza la técnica de grabado total.³⁵

Capítulo 3. Protocolos adhesivos

A continuación se presentan los protocolos adhesivos iniciando en los sustratos dentales sanos, para posteriormente presentar las modificaciones o adaptaciones necesarias para lograr una adecuada adhesión en los sustratos con anomalías en su composición.

Se recomienda siempre leer los instructivos de los sistemas adhesivos y seguir las recomendaciones emitidas por el fabricante, ya que la aplicación de cada uno puede variar de acuerdo a la casa comercial.

3.1 Sustratos dentales sanos

3.1.1 Esmalte

1. Aplicación de aire abrasivo.
2. Lavar y secar con el fin de retirar las partículas abrasivas de óxido de aluminio.
3. Aplicación de ácido fosfórico al 37% por 30s en esmalte.
4. Lavar y secar con el fin de retirar los restos del ácido fosfórico.
5. Aplicación de adhesivo, en una capa homogénea.
6. Aplicación de aire suave para extender el material evitando capas gruesas.
7. Fotopolimerizar por lo menos 20s.

3.1.2 Esmalte y dentina de dos pasos convencional

1. Aplicación de aire abrasivo.
2. Lavar y secar con el fin de retirar las partículas abrasivas de óxido de aluminio.
3. Aplicación de ácido fosfórico al 37% por 30s en esmalte.
4. Lavar y secar con el fin de retirar los restos del ácido fosfórico.
5. Aplicación de clorhexidina al 0.2 - 2% con un aplicador desechable durante 30s dentina acondicionada, para inhibir las MMP.

6. Aplicar frotando vigorosamente el adhesivo convencional que contiene el *primer* y adhesivo en la misma botella en una capa homogénea.
7. Aplicación de aire suave para evaporar los solventes y extender el material evitando capas gruesas.
8. Fotopolimerizar por lo menos 20s.

3.1.3 Esmalte y dentina de dos pasos autograbado

1. Aplicación de aire abrasivo.
2. Lavar y secar con el fin de retirar las partículas abrasivas de óxido de aluminio.
3. Aplicar frotando vigorosamente el *primer* ácido en la dentina y esmalte por 30s.
4. Aplicar aire suave con el fin de volatilizar el solvente.
5. Aplicación de un adhesivo en esmalte y dentina en una capa homogénea.
6. Aplicación de aire suave para extender el material evitando capas gruesas.
7. Fotopolimerizar por lo menos 20s o como lo indique el fabricante.

3.1.4 Esmalte y dentina con sistemas adhesivos universales

1. Aplicación de aire abrasivo con bicarbonato de sodio.
2. Lavar y secar con el fin de retirar las partículas abrasivas de bicarbonato de sodio.
3. Aplicación de ácido fosfórico al 37% por 30s en esmalte.
4. Lavar y secar con el fin de retirar los restos del ácido fosfórico.
5. Aplicación de un adhesivo universal en esmalte y dentina en una capa homogénea.
6. Aplicación de aire suave para extender el material evitando capas gruesas.
7. Fotopolimerizar por lo menos 20s o como lo indique el fabricante.

3.2 Sustratos específicos modificados

La adhesión en sustratos modificados se encuentra en constante evolución y cambio para lograr una óptima adherencia, siendo las fallas de unión un problema recurrente debido principalmente al hecho de utilizar protocolos adhesivos convencionales los cuales son diseñados para su uso en sustratos sanos y no en sustratos afectados o anómalos, haciendo necesario analizar la interacción de los sistemas adhesivos con los diferentes sustratos anómalos o modificados y adaptar los protocolos adhesivos con el fin de mejorar la fuerza de unión a corto y largo plazo en cada sustrato en particular.

3.2.1 Dentina esclerótica

Definición

La dentina esclerótica se origina como respuesta a lesiones en el complejo dentino pulpar, llevándose a cabo a través de los depósitos continuos de minerales dentro de los túbulos dentinarios, siendo localizados comúnmente en áreas donde la dentina está expuesta, como en las lesiones cervicales no cariosas o cavidades expuestas por una agresión.³⁴

Características

El tejido se caracteriza por la obliteración parcial o completa de los túbulos dentinarios por los minerales llamados “moldes escleróticos” compuestos de fosfato tricálcico y por la existencia de una capa hipermineralizada que resiste a los ácidos y bacterias sobre la superficie, dificultando la penetración de los monómeros, teniendo como resultado la disminución en un 25 - 40% de la fuerza de unión en comparación con dentina sana.³⁴

La adhesión en dientes con dentina esclerótica

La dentina esclerótica es altamente resistente a la disolución ácida debido a la presencia de una capa hipermineralizada, bacterias y la obliteración parcial o total de los túbulos dentinarios, por lo que se recomienda la aplicación de un pretratamiento con EDTA en este tipo de dentina, con el fin de mejorar la fuerza de unión, esta mejora se debe a que el EDTA contiene 4 grupos de ácidos carboxílicos, los cuales actúan como agentes quelantes, captan los iones metálicos presentes en la dentina y producen una disolución selectiva del barrillo dentinario, permitiendo la penetración de los *primers* ácidos.³⁴ Wang et al mencionan que el pretratamiento con EDTA mejora la fuerza de unión en dentina esclerótica.³⁵

Al desmineralizar la capa hipermineralizada con EDTA en dentina esclerótica, se obtiene una capa híbrida estructurada, delgada, regular y densa resistente a la solubilidad y degradación, mostrando resistencia a la unión. El mecanismo de acción del EDTA se basa en disolver parcialmente la hidroxiapatita por lo que las fibras de colágeno no quedan expuestas posterior a la desmineralización lo que impide la desnaturalización del colágeno, evitando los cambios estructurales en las fibras y su deshidratación.³⁴

Protocolo adhesivo en sustrato con dentina esclerótica

1. Aplicación de aire abrasivo.
2. Lavar y secar con el fin de retirar las partículas abrasivas de óxido de aluminio.
3. Aplicación de ácido fosfórico al 37% por 30s en esmalte.
4. Lavar y secar con el fin de retirar los restos del ácido fosfórico.
5. Aplicación vigorosa de EDTA al 17% durante 2 min en dentina.

6. Lavar abundantemente con agua durante 30s y secar ligeramente con aire durante 5 - 10 s, siempre manteniendo la dentina ligeramente húmeda.
7. Aplicar frotando vigorosamente el *primer* durante 30 - 40s en dentina únicamente.
8. Evaporar el solvente con una aplicación de aire suave.
9. Aplicación de un adhesivo, en una capa homogénea.
10. Aplicación de aire suave para extender el material evitando capas gruesas.
11. Fotopolimerizar por lo menos 20s.

3.2.2 Defectos de desarrollo del esmalte

Los defectos de desarrollo del esmalte (DDE) son alteraciones cuantitativas, cualitativas y morfológicas que suceden a lo largo de la formación del esmalte (amelogénesis) de dientes deciduos y permanentes.⁵ La formación del esmalte se divide en 3 fases:

- Fase secretora.
- Fase de transición.
- Fase de maduración.

Los anomalias durante la fase secretora originan defectos cuantitativos como la hipoplasia dental y la amelogénesis imperfecta tipo I; los defectos durante la fase de maduración originan un esmalte de volumen normal pero con una mineralización insuficiente dando defectos como hipomineralización incisivo molar (HIM), amelogénesis imperfecta (AI) tipo II y III, y la fluorosis dental.⁵

Los ameloblastos son las células responsables de la formación del esmalte, y son células susceptibles a factores externos y con nula capacidad de reparación, el daño a estas células se ve reflejado en el esmalte.⁵

La etiología de los DDE se relaciona a enfermedades sistémicas, bajo peso al nacer, parto prematuro, asma, exposición al cigarro, enfermedad celíaca, enfermedades renales, otitis, sífilis, malnutrición, consumo de pastas dentales, ingesta de agua con niveles altos de flúor, consumo de medicamentos y antibióticos excesivos y virus como el de la varicela.⁵

Clasificación de los DDE:⁵

- Amelogénesis imperfecta (AI)
- Hipomineralización incisivo (HIM)
- Fluorosis dental
- Hipoplasia.

3.2.2.1 Amelogénesis imperfecta (AI)

Definición

Es un trastorno hereditario poco frecuente de la estructura del esmalte, de rasgo autosómico dominante, autosómico recesivo, ligado al cromosoma X o mutación novo, que afecta principalmente a los tejidos del esmalte en formación, sin presencia de defectos morfológicos ni metabólicos asociados. La prevalencia de AI es de 1:700 a 1:14,000, que en porcentaje es menos del 0.5% a nivel mundial.^{5,38,39}

Características

La clasificación de AI se basa en los criterios clínicos y radiográficos de los defectos del esmalte, describiendo según el fenotipo del esmalte en 4 tipos:³⁸

- Amelogénesis imperfecta hipoplásica (clase I).
- Amelogénesis imperfecta hipomadura (clase II).
- Amelogénesis imperfecta hipocalcificada (clase III).

- Amelogénesis imperfecta hipomadura - hipoplásica con taurodontismo (clase IV).

Las características clínicas y radiográficas (Tabla 2.) cambian dependiendo de cada tipo de amelogénesis imperfecta.³⁸

Tabla 2. Características clínicas y radiográficas de los fenotipos de AI.

Fenotipo de AI	Características clínicas de la IA	Características radiográficas IA
AI hipoplásica.	Apariencia del esmalte duro, translúcido, reducido, poroso, suave y se desgasta con facilidad y rapidez. Coloración blanquecina opaca con ausencia de brillo (Fig. 15.).	El esmalte contrasta normalmente con la dentina.
AI hipocalcificada.	El esmalte presenta defecto en la calcificación, es suave, débil, opaco y puede desprenderse con facilidad, existiendo la posibilidad de exposición de la dentina y posibles lesiones cariosas. Los dientes se manchan y se desgastan rápidamente (Fig. 16.)	El esmalte es menos radiopaco que la dentina.
AI hipomadura.	El esmalte es normal con presencia de un grosor fisiológico, apariencia más suave de lo normal, moteada, de color amarillo parduzco, marrón, blanco o decoloración marrón rojiza, los prismas del esmalte presentan anomalías y un patrón de unión inadecuado, más blanco de lo normal y vulnerable al desgaste (Fig. 17.).	El esmalte tiene aproximadamente la misma radiodensidad que la dentina.

<p>Al hipomadura - hipoplásica con taurodontismo.</p>	<p>Presentan características idénticas a las ya mencionadas, con la presencia de taurodontismo. El esmalte es blanco - amarillo - marrón moteado con hoyos más frecuentemente en la superficie labial o es delgado con áreas de hipomaduración.</p>	<p>El esmalte tiene aproximadamente el mismo o ligeramente mayor radiodensidad que la dentina Las cámaras pulpaes amplias y alargadas en primeros molares permanentes (Fig. 18.).</p>
---	---	---

Nota: La tabla representa las características clínicas y radiográficas de los fenotipos de la amelogénesis imperfecta. Tomada de: Tekçe N.³⁹



Figura 15. Fotografía clínica de dientes deciduos con Al hipoplásica superficies vestibulares anteriores superiores e inferiores y superficies oclusales inferiores posteriores.⁴⁰



Figura 16. Fotografías clínicas de dientes deciduos con Al hipocalcificada, se observa desprendimiento del esmalte y exposición de la dentina.⁴¹



Figura 17. Fotografías clínicas de dientes permanentes con Al hipomadura superficies vestibulares anteriores.⁴²



Figura 18. Radiografía de dientes 46 y 47 con taurodontismo, se observan cámaras pulpaes amplias y alargadas.⁴³

Otras características frecuentes de la AI son:⁴⁴

- Erupción tardía, retención o compactación de los dientes en consecuencia del impacto de la AI en el proceso eruptivo en dientes permanentes.
- Reducción en el tamaño de la corona clínica.
- Pulpas agrandadas y calcificaciones intrapulpales.
- Reabsorción coronaria.
- Agenesia.
- Gingivitis y periodontitis.
- Hipersensibilidad dental.
- Disminución de la dimensión vertical.

La adhesión en dientes con amelogénesis imperfecta

Yaman et al refieren valores reducidos en la fuerza de unión en un 40% en esmalte afectado con AI en comparación con el esmalte sano, ya que el esmalte presenta un mayor contenido de proteínas que el esmalte normal, lo que afecta negativamente el rendimiento de la fuerza de unión;⁴⁴ a excepción de la AI hipoplásica, debido a que cuenta con un esmalte de calidad normal pero con diferente grosor, por lo que no existe fallas o interferencias en los protocolos adhesivos.³⁸

En pacientes con presencia de AI las restauraciones recomendadas son las indirectas ya que tienen tasas de éxito favorables y una excelente longevidad, debido a que se elimina casi por completo las irregularidades del esmalte, creando una retención mecánica y adhesiva con el uso de cementos adhesivos. La adhesión en AI tiene que estar dirigida o basada en la dentina, teniendo fuerza de unión mayor en comparación con el esmalte con AI, aunque menor que en dentina sana.⁴⁴

La dentina en pacientes con AI hipocalcificada también se ve afectada con la obliteración parcial de los túbulos dentinarios, siendo semejante a una dentina esclerótica.⁴⁴

Para mejorar la adhesión en dientes con AI se recomienda la desprotección del esmalte con NaClO y usar un sistemas adhesivos de 3 pasos,⁴⁴ teniendo resultados satisfactorios en la adaptación marginal, la resistencia a la degradación marginal y a la decoloración marginal.³⁸

Espinosa R. Valencia R, et al demostraron que la aplicación de NaClO en una concentración del 5.25% por 60s como pretratamiento antes del uso de ácido fosfórico en dientes deciduos o permanentes ofrece ventajas como son:⁴⁵

- Aumentar la superficie retentiva en un 45%.
- Mejora la calidad del grabado con ácido fosfórico.
- Una mejor fuerza de unión.
- Un adecuado sellado marginal.
- Resultados clínicos favorables a largo plazo.

Protocolo adhesivo en sustrato con amelogénesis imperfecta

1. Aplicación de aire abrasivo.
2. Lavar y secar con el fin de retirar las partículas abrasivas de óxido de aluminio.
3. Aplicación de NaClO al 5.25% por 60s como pretratamiento sobre esmalte.
4. Lavar y secar con el fin de retirar los restos de NaClO.
5. Aplicación de ácido fosfórico al 37% por 30s en esmalte.
6. Lavar y secar con el fin de retirar los restos del ácido fosfórico, siempre manteniendo la dentina ligeramente húmeda.

7. Aplicar frotando vigorosamente el *primer* durante 30 - 40s en dentina únicamente.
8. Evaporar el solvente con una aplicación de aire suave.
9. Aplicación de un adhesivo, en una capa homogénea.
10. Aplicación de aire suave para extender el material evitando capas gruesas.
11. Fotopolimerizar por lo menos 20s.

3.2.2.2 Hipomineralización Incisivo Molar (HIM)

Definición

HIM es un defecto del desarrollo del esmalte de origen sistémico, ocasionado en la fase de maduración, se presenta en caninos y segundos molares temporales, segundos molares permanentes y parte oclusal de las cúspides de los caninos permanentes, asociado o no a incisivos permanentes. Con una prevalencia agrupada del 14.2% a nivel mundial y afectando a 1 de cada 6 niños.^{5,37,46}

Los cambios en su composición afectan la capacidad de resistir las fuerzas de la masticación, dinámicas, fuerzas parafuncionales, entre otras. Frecuentemente los dientes con HIM presentan hipersensibilidad, ruptura posterior a la erupción y caries secundaria.³⁷

Características

La composición del esmalte con HIM es de un 57% de su peso de matriz mineral, mostrando una disminución de 19 - 20% de esta y un notable aumento del 8 - 20% de la matriz orgánica (proteínas), dando una reducción de entre 50 - 75% en micro dureza y elasticidad, una reducción en las concentraciones de calcio y fósforo, resultando en el aumento de carbono y carbonato, en comparación con el esmalte sano.³⁷

Clínicamente se presentan opacidades translúcidas con variaciones de blanco a marrón, con contornos bien definidos, con límites claros en comparación del esmalte sano y desgastes en la superficie del esmalte (Fig. 19).³⁷ En casos graves el esmalte es suave, poroso, con sensibilidad a los estímulos, pudiendo ocasionar fracturas con facilidad, exposición de la dentina y una mayor incidencia de caries.⁵



Figura 19. Fotografía clínica de molar afectado por HIM, se observa variación de blanco a amarillo y contornos bien definidos.⁴⁷

La adhesión en dientes con HIM

En dientes con HIM la fuerza de unión se ve disminuida entre un 25 - 60 %, debido principalmente a las diferencias en:³⁷

- Las propiedades químicas.
- La morfología porosa.
- La desorganización de los cristales.
- El exceso de proteínas en el esmalte, las cuales actúan como barrera micromecánica física y química.

Usando protocolos convencionales de adhesión, el grabado con ácido fosfórico en esmalte con HIM genera grietas, un patrón de grabado irregular, mala porosidad entre los cristales y una baja disolución de los cristales,

causando una formación escasa de *tags* de resina y mala retención micromecánica; siendo indispensable la modificación del protocolo adhesivo para lograr un aumento en la fuerza de adhesión.³⁷

Una de las indicaciones para aumentar las fuerzas de adhesión es el pretratamiento antes del protocolo adhesivo, como puede ser el uso del gel de Papacarie® o la aplicación de NaClO al 5 - 5.25%.³⁷

El gel de Papacarie® es un producto creado para la remoción químico - mecánica de la caries (Fig. 20.). Su mecanismo de acción se basa en la ruptura de la ligación del colágeno de la dentina cariada, dejando intacta la dentina sana, evitando el uso de anestesia local y de los instrumentos de corte rotativos, haciendo el procedimiento menos traumático y reduciendo el riesgo de exposiciones pulpares. Está indicado por el fabricante en la remoción de caries radicales, caries profunda y caries en niños. Creado en Brasil por Fórmula y Acao.⁴⁸



Figura 20. Fotografia ilustrativa del gel de Papacarie®.⁴⁹

El pretratamiento desproteinizante con gel de Papacarie® con una aplicación de 60s frotando vigorosamente en la superficie antes del grabado con ácido fosfórico en esmalte con HIM da como resultado un aumento del 20% de las fuerzas de unión, resultando en fuerzas similares a las del esmalte sano,

usando el método de grabado total. Su uso con adhesivos de autograbado no genera aumentos en la fuerza de unión. El uso de gel de Papacarie® en esmalte sano usando grabado total interviene favorablemente en el aumento de las fuerzas de unión.³⁷

Su aplicación tiene como ventajas el fácil manejo por su viscosidad y consistencia, capacidad de disminuir la carga bacteriana cariogénica en la dentina, preserva la integridad del colágeno tipo I, mantener la densidad de la matriz mineral de la dentina, favorecer la unión en esmalte y dentina, excelente desproteinizante dental, eliminación total del barrillo dentinario y mejora el sellado de los adhesivos dentales.³⁷

La desventaja se debe al uso contraindicado en pacientes que padecen anemia o deficiencia de G6PD (Glucosa-6 fosfato deshidrogenasa), debido a que presenta azul de toluidina pudiendo provocar un episodio de anemia hemolítica.³⁷

El pretratamiento desproteinizante con NaClO al 5 - 5.25% por 60s para eliminar las proteínas intrínsecas, obtener un mayor área con rugosidades superficiales, patrones de grabado estables, degradación de los aminoácidos y la hidrólisis del exceso de proteínas da como resultado un aumento evidente en las fuerzas de unión en dientes con hipomineralización.³⁷

La desventaja de su aplicación se da por la complejidad en el almacenamiento, descomposición rápida ante aire o luz solar, es un potente agente oxidante, al ser derramado llega a ocasionar accidentes, llega a provocar irritación o quemaduras en tejidos blandos, es necesario tener precauciones adicionales para minimizar riesgos, en molares permanentes jóvenes hipomineralizados con caries profunda pueden provocar una inflamación indeseable en la pulpa vital.³⁷

Los beneficios de la aplicación de un agente desproteínizante como pretratamiento en dientes con HIM se dará con el uso de una estrategia de grabado total en esmalte sano o esmalte con hipomineralización otorgando un adecuado patrón de grabado aumentando significativamente las fuerzas de unión, sin embargo, cuando se utiliza el agente desproteínizante con el modo de autograbado en esmalte sano o con hipomineralización no genera un aumento en las fuerzas de unión.³⁷

Protocolo adhesivo en sustrato con HIM con de NaClO

1. Aplicación de aire abrasivo.
2. Lavar y secar con el fin de retirar las partículas abrasivas de óxido de aluminio.
3. Aplicación de NaClO al 5.25% por 60s como pretratamiento sobre esmalte.
4. Lavar y secar con el fin de retirar los restos de NaClO.
5. Aplicación de ácido fosfórico al 37% por 30s en esmalte.
6. Lavar y secar con el fin de retirar los restos del ácido fosfórico.
7. Aplicación de un adhesivo, en una capa homogénea.
8. Aplicación de aire suave para extender el material evitando capas gruesas.
9. Fotopolimerizar por lo menos 20s.

Protocolo adhesivo es sustrato con HIM con de gel de Papacarie®

1. Aplicación de aire abrasivo.
2. Lavar y secar con el fin de retirar las partículas abrasivas de óxido de aluminio.
3. Aplicar frotando vigorosamente el gel de Papacarie® durante 60s sobre esmalte.

4. Lavar por 60s con abundante agua y secar por 15s con el fin de retirar los restos del gel.
5. Aplicación de ácido fosfórico al 37% por 30s en esmalte.
6. Lavar y secar con el fin de retirar los restos del ácido fosfórico.
7. Aplicación de un adhesivo por 30 - 40s, en una capa homogénea.
8. Aplicación de aire suave para extender el material evitando capas gruesas.
9. Fotopolimerizar por lo menos 20s.

3.2.2.3 Fluorosis dental

Definición

La fluorosis dental es una mineralización prematura del esmalte superficial, que ocasiona que el esmalte subsuperficial sea más poroso e hipomineralizado.⁵⁰ Denominada como una condición patológica del desarrollo del esmalte irreversible que se caracteriza por la hipomineralización del esmalte dental a consecuencia de la exposición excesiva y prolongada al fluoruro durante la fase de mineralización del esmalte. El nivel de hipomineralización va de leve a grave y está determinado por la cantidad de fluoruro de cada persona.⁵

Anteriormente la prevención de la caries en todo el mundo se daba mediante la ingesta de fluoruros, se tenía la idea de que cuando se consumía este se incorporaba al esmalte haciéndolo más resistente, no obstante, se conoce que el efecto de la fluoración del agua es principalmente local y posterior a la erupción dental. La ingesta excesiva y prolongada de flúor durante el desarrollo de los dientes puede inducir a la fluorosis dental.⁵⁰

Características

El esmalte con fluorosis está formado por una cantidad reducida de mineral, con porosidades superficiales y subsuperficiales,⁵ lo cual provoca alteraciones morfológicas e irregularidades en la disposición de los cristales de hidroxiapatita, así como, cambios físicos y visuales (Fig. 21.).⁵⁰

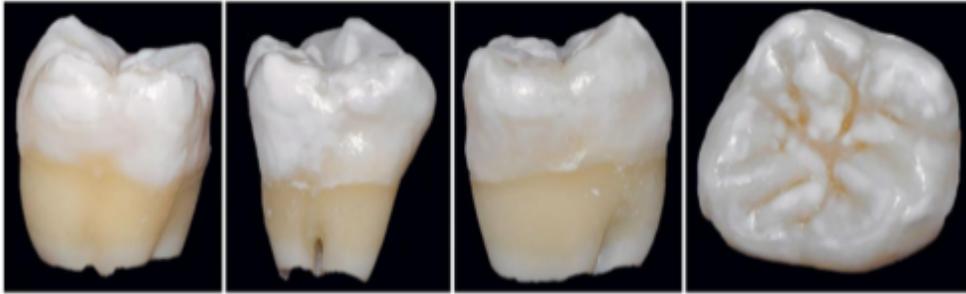


Figura 21. Fotografías de dientes con fluorosis donde se observan manchas blancas.⁵¹

Clínicamente se ve comprometida la estética del diente presentando desde líneas blancas estrechas a áreas opacas blancas discretas o un área superficial blanca como tiza, esto dependerá de la severidad (Fig. 22.).⁵ En casos graves el esmalte se puede volver tan poroso que pudiera provocar la ruptura de la capa externa y una exposición de la subsuperficie interna pigmentada de color marrón claro o marrón oscuro.⁵⁰



Figura 22. Dientes anteriores con fluorosis, presentan manchas blancas.⁵²

La adhesión en dientes con fluorosis

La adhesión es un desafío clínico debido a las afectaciones físicas y morfológicas ocasionadas por la fluorosis en el esmalte, comparado con el esmalte sano, siempre se obtendrán fuerzas de unión menores o bajas en el esmalte fluorótico, sea cuál sea la técnica de adhesión a utilizar, debido a que la fluorapatita es más resistente a la disolución ácido en comparación a la hidroxiapatita, además,⁵³ la superficie hipermineralizada y su subsuperficie hipomineralizada impide la adecuada humectación debido a la baja energía superficial afectando las fuerzas de unión.⁵⁰

Pese a que el esmalte fluorótico es más resistente a la disolución ácida debido a la presencia de fluorapatita, el tratamiento más efectivo y simple es el grabado selectivo del esmalte por 30s con ácido fosfórico, siendo suficiente para mejorar la rugosidad de la superficie del esmalte fluorótico.^{50,53}

El uso de sistemas adhesivos que contienen monómeros 10-MDP, son los más recomendados tanto en esmalte sano y en esmalte con fluorosis, los monómeros 10-MDP son los encargados de la interacción química con la hidroxiapatita, forman nanocapas hidrolíticas estables con el calcio, lo que resulta en el aumento en la resistencia mecánica y la protección contra la hidrólisis.⁵⁰

La literatura recomienda la aplicación de un grabado selectivo en esmalte con ácido fosfórico al usar sistemas adhesivos universales cuando la adhesión se requiera realizar en esmalte, debido a que estos sistemas no desmineralizan adecuadamente la superficie del esmalte provocan un patrón inadecuado de grabado afectando las retenciones.⁵⁰ Además de que, al usar estos sistemas se debe de aplicar frotando vigorosamente la superficie por 40s, esto mejora la desmineralización, mejora las interacciones con los

monómeros ácidos, aumenta las microretenciones y las porosidad de los prismas del esmalte, generando un incremento en la fuerza de unión de 19.6 MPa y mejora el patrón de grabado siendo este más profundo, exponiendo los prismas del esmalte, teniendo una mayor disolución de la hidroxiapatita, aumento de las irregularidades y porosidades de la superficie, tanto en esmalte sano como en esmalte fluorotico; en comparación cuando no es aplicado frotando vigorosamente durante 20s presentando una fuerza de unión de 16.4 MPa; similar a las fuerzas de unión cuando se utiliza un grabado total que son de 17.8 MPa. en esmalte sano.⁵³

Los sistemas adhesivos universales autograbantes al aplicar frotando vigorosamente en esmalte fluorótico no presentan diferencias significativas pero sí beneficia a la fuerza de unión de 14 - 15 MPa. debido a que mejoran la difusión y las interacciones de los monómeros ácidos, intensifican el grabado e impregnación de grabado, aumenta la evaporación de los solventes y desmineralización más profunda.⁵³

Además se recomienda el uso de un agente desproteinizante como es el EDTA en esmalte sano como en esmalte con fluorosis, como se mencionó previamente el EDTA es un potente agente quelante, presenta 4 grupos de ácido carboxilo que promueve la captación de metales iónicos de los sustratos dentales, disuelve selectivamente a la hidroxiapatita, elimina la capa de barrillo dentinario superficial, aumenta la fuerza del patrón de grabado y aumenta la infiltración del adhesivo, al aplicar vigorosamente sobre la superficie las moléculas de EDTA son capaces de penetrar más allá del alcance del instrumento de aplicación, potencializando la disolución del barrillo dentinario y mejora el patrón de grabado previamente realizado por el grabado ácido.⁵⁰

Protocolo con adhesivo universal con EDTA y 10-MDP en sustrato con fluorosis dental

1. Aplicación de aire abrasivo con bicarbonato de sodio.
2. Lavar y secar con el fin de retirar las partículas abrasivas de bicarbonato de sodio.
3. Aplicación de ácido fosfórico al 37% por 30s en esmalte.
4. Lavar y secar con el fin de retirar los restos del ácido fosfórico.
5. Aplicación vigorosa de EDTA al 17% durante 2 min en dentina.
6. Lavar abundantemente con agua durante 30s y secar ligeramente con aire durante 5 - 10 s, siempre manteniendo la dentina ligeramente húmeda.
7. Aplicar frotando vigorosamente por 20s el adhesivo universal con 10-MDP, principalmente en dentina.
8. Aplicar de forma activa por 20s una segunda capa del adhesivo universal en dentina y esmalte.
9. Evaporar el solvente con una aplicación de aire suave y evitar capas gruesas.
10. Fotopolimerizar por lo menos 20s.

3.2.2.4 Hipoplasia del esmalte

Definición

La hipoplasia del esmalte se presenta como ³⁴⁶ También se puede definir como deficiencia cuantitativa en el espesor del esmalte del diente el cuál puede favorecer la aparición de caries.⁵

Las causas principales son:

- En defectos hipoplásicos localizados: un traumatismo o una infección en los dientes primarios.
- En defectos hipoplásicos generalizados: a factores sistémicos, ambientales y genéticos,⁴⁶ como trastorno del desarrollo normal exclusiva ectodérmica, relacionada a alteraciones en la matriz del esmalte orgánico.⁵
- La causa más común en niños está dada por una deficiencia de vitamina D.⁵

La hipoplasia en dentición permanente es diagnosticada como consecuencia de lesiones traumáticas en la dentición decidua.⁵

Características

La hipoplasia en el esmalte puede provocar bandas estrechas horizontales, pequeños agujeros en líneas, ranuras, coloración de amarillo a café oscuro (Fig. 23.), presencia de fosas o una disminución del grosor sin alteración del esmalte, por lo tanto, las fuerzas de unión no se deben de ver afectadas.^{5,46}



Figura 23. Fotografías clínicas de dientes deciduos con hipomineralización del esmalte, se observa coloración de amarillo a café oscuro y pequeños agujeros.⁵⁴

Protocolo adhesivo en sustrato con hipoplasia del esmalte

1. Aplicación de aire abrasivo.
2. Lavar y secar con el fin de retirar las partículas abrasivas de óxido de aluminio.
3. Aplicación de ácido fosfórico al 37% por 30s en esmalte.
4. Lavar y secar con el fin de retirar los restos del ácido fosfórico.
5. Aplicación de un adhesivo, en una capa homogénea.
6. Aplicación de aire suave para extender el material evitando capas gruesas.
7. Fotopolimerizar por lo menos 20s.

3.2.3 Dentinogénesis imperfecta (DGI)

Definición

El origen y desarrollo de la dentinogénesis imperfecta se debe a un trastorno hereditario autosómico dominante, que origina una estructura anómala de la dentina dando lugar a un desarrollo anómalo de los dientes, sin afectación del esmalte sano.⁵⁵

Los signos de la enfermedad son variables y existe una superposición significativa entre los diferentes tipos de displasia de la dentina.⁵⁵

Características

Shields et al describen 3 tipos de dentinogénesis imperfecta:

- DGI tipo I: asociado a la osteogénesis imperfecta y se origina de un defecto del colágeno, la malformación puede ser diferente entre dentición decidua y permanente, en algunos casos solo se presentan anomalías radiográficas sin daño clínico (Fig. 24.).⁵⁵



Figura 24. Fotografía clínica y radiográfica de DGI tipo I, se observan dientes de color y forma normal y radiográficamente se observan raíces cortas, cónicas y taurodontismo.⁵⁶

- DGI tipo II: muestra malformaciones severas en la dentición decidua y mixta, debido a un mutación del gen de la sialofosfoproteína dentinaria ubicada en el cromosoma 4q21 (Fig. 25.).⁵⁵



Figura 25. Fotografía clínica de DGI tipo II, se observan dientes con coloración opalescente marrón y desgaste severo.⁵⁷

- DGI tipo III: es endémica de un grupo étnico en los Estado Unidos, descrita por Witkop et al y Hursey et al, en dientes deciduos presentan forma de concha con raíces muy cortas o sin raíz, en dientes permanentes son similares a los tipo I y II.⁵⁵

La DGI tipo I por lo regular presenta un grado mayor de dureza y la DGI tipo II y III se caracteriza por tener un color ámbar, coronas bulbosas y opalescentes y contracción de la unión amelodentinaria.⁵⁵

Radiográficamente se observan raíces acortadas y estrechas, cámaras pulpares con calcificaciones al momento de la erupción; los túbulos

dentinosos están reducidos en tamaño y los cristales de hidroxiapatita tienen morfología anormal, el contenido de agua y colágeno aumentan.⁵⁵

La adhesión en dientes con dentinogénesis imperfecta

La adhesión entre esmalte y dentina se ve afectada, existiendo el riesgo del desprendimiento del esmalte ocasionando, abrasión, severos desgastes, pérdida en la altura de las coronas clínicas prematura o quizá desde la etapa de erupción dental, disgnatia craneofacial, estética inadecuada y trastornos en la ATM.⁵⁵

La estructura histológica del esmalte en dientes con DGI no muestran alteraciones en comparación con el esmalte sano, lo que se puede traducir a una fuerza de unión fiel como se observa en esmalte sano, por lo contrario, la estructura de la dentina muestra un bajo nivel de mineralización, un aumento en la presencia del colágeno, túbulos dentinosos irregulares con mayor diámetro, áreas de matriz descalcificada y una menor dureza; a consecuencia del alto contenido de agua y la reducción de la matriz mineral en la dentina, da como resultado una fuerza de unión menor en comparación con dentina sana y perjudicando severamente a la fuerza de unión.⁵⁵

Debido a las alteraciones y cambios en la composición de la dentinogénesis el tratamiento descrito por Soliman et al se un abordaje desde la erupción de los dientes, siendo en estos el tratamientos conservadores como la prevención el ideal, con el fin de mantener el mayor tiempo los dientes en boca, y en los dientes permanentes los tratamientos más complejos de prótesis fija, prótesis total o implantes, enfocándose en la eliminación del esmalte residual, la creación de traba mecánica y el recubrimiento total con una restauración adhesiva, incluyendo si es necesario tratamientos interdisciplinarios.⁵⁵

3.2.4 Lesiones cervicales no cariosas

Definición

Las lesiones cervicales no cariosas se definen como la pérdida de la estructura dental en la zona entre el cemento y el esmalte (Fig. 26.), no estando relacionada con la caries; la etiología es multifactorial en estas lesiones.⁵⁸

Los factores de riesgo para el desarrollo de lesiones cervicales no cariosas son:⁵⁸

- Fuerzas oclusales excesivas.
- Cepillado excesivo en la zona entre el cemento y el esmalte.
- Ingesta de bebidas ácidas o carbonatadas.



Figura 26. Fotografía clínica de lesiones cervicales no cariosa en tercio cervical en los dientes 24, 25 y 26.⁵⁹

Características

La dentina en este tipo de lesiones constantemente es esclerótica de leve a severa, tratándose de un sustrato complicado en la adhesión y afectando significativamente la unión.⁶⁰ Teniendo origen en la respuesta de factores irritativos leves como son los estímulos mecánicos, la erosión química y la abrasión, los factores agresivos como tratamientos quirúrgicos, los desgastes dentales, la caries y la edad del paciente.⁶¹

Las dentina esclerótica leves o severas son la causa principal de fracaso en las restauraciones de lesiones cervicales no cariosas, esta dentina está hipermineralizada, con apariencia brillante y firme, los túbulos dentinarios están parcial o completamente obliterados por depósitos minerales, generando una mayor resistencia a la disolución ácida.⁶²

La adhesión en dientes con lesiones cervicales no cariosas

Debido a la pérdida de la estructura dental principalmente del esmalte se recomienda realizar un bisel, el cual mejora la adaptación marginal y reduce la microfiltración, dando mejores resultados en la adhesión, basado en el aumento del área de unión en la adhesión al esmalte sano, siendo la unión más fuerte en los sistemas adhesivos y duradera en dentina sana.⁶¹ Por otro lado, en lesiones cervicales no cariosas la zona de mayor unión es la dentina y la de menor es el margen terminal del esmalte, siendo una zona muy estrecha, por este motivo es indispensable aumentar el área de unión a través de un bisel en esmalte.⁶²

Para obtener una mejor unión adhesiva en las lesiones cervicales no cariosas con dentina esclerótica se recomienda el uso de grabado selectivo en esmalte, así se aumentan las retenciones microtécnicas hechas por el ácido fosfórico y mejora la adaptación marginal.⁶⁰ Sin embargo, los cambios estructurales que se presentan en el esmalte y la dentina debido a la edad pueden tener un impacto negativo en la calidad de unión, en la retención y la longevidad de las restauraciones cervicales no cariosas.⁶¹

Lawson et al y Loguercio et al demostraron que los adhesivos autograbantes suaves que contienen monómeros funcionales de MDP ofrecen el mejor desempeño en la zona cervical no cariosa otorgando restauraciones con

mayor durabilidad y calidad hasta en un 89 - 93% en periodos largos de tiempo, en comparación con adhesivos de grabado total;⁶¹ debido a la penetración profunda de las tags de resina formadas de 15 - 30 um de longitud en los túbulos dentinarios en consecuencia del grabado relativamente intenso.⁶²

El factor importante en la unión de los sistemas adhesivos son los monómeros funcionales 10-MDP, los cuales liberan iones de calcio por la disolución parcial de la hidroxiapatita, se expanden dentro de la capa híbrida y unen las moléculas de MDP en nanocapas. La interacción química entre la hidroxiapatita y el MDP origina formación de nanocapas estables, formando un interfaz adhesiva más fuerte tanto en esmalte como en dentina, debido a que los dos contienen hidroxiapatita.⁶¹

El control de la sensibilidad postoperatoria tiene un mejor resultado al usar sistemas adhesivos de autograbado a corto plazo en comparación con los de grabado total que presentan regularmente un mayor grado de sensibilidad, debido a que el ácido remueve la dentina radicular y abre por completo los túbulos dentinarios y los adhesivos no son capaces de sellarlos por completo; en cambio en los adhesivos autograbantes sellan la superficie de la dentina con una capa de barrillo dentinario y las aperturas de los túbulos dentinarios son más pequeñas. Sin embargo a largo plazo no existe diferencia significativa en la sensibilidad en los dos sistemas adhesivos.⁶¹

El uso del grabado total está contraindicado en lesiones cervicales no cariosas ya que generan bajas fuerzas de unión, esto puede deberse a la infiltración completa de la red de colágeno desnaturalizado por las resinas adhesivas, el ácido fosfórico descalcifica la dentina más profundamente de la capacidad del adhesivo puede infiltrar. La impregnación incompleta del sustrato desmineralizado, la interfase del adhesivo no es impermeable, lo

que ocasiona que el agua y los fluidos dentinarios interactúen con la interfaz adhesiva, impidiendo la hibridación completa.⁶¹

Protocolo adhesivo en sustrato con lesiones cervicales no cariosas

1. Se realizará un pequeño bisel en el esmalte únicamente.
2. Aplicación de aire abrasivo o limpieza con cepillo de profilaxis y piedra pómez.
3. Lavar y secar con el fin de retirar las partículas abrasivas.
4. Aplicación de grabado selectivo en esmalte con ácido fosfórico al 37% por 30s.
5. Lavar y secar con el fin de retirar los restos del ácido fosfórico.
6. Aplicación de adhesivo autograbante con 10-MDP en la superficie vigorosamente por 15 - 20s en dentina, en una capa homogénea.
7. Aplicación de aire suave para volatilizar el solvente y extender el material evitando capas gruesas.
8. Aplicar una segunda capa de adhesivo autograbante con 10-MDP en la superficie de la dentina y esmalte vigorosamente por 15 - 20s.
9. Aplicación de aire suave para volatilizar el solvente y extender el material evitando capas gruesas, el material debe verse reluciente y uniforme, de lo contrario aplicar una capa más de adhesivo.
10. Fotopolimerizar por lo menos 20s.

3.2.5 Erosión en esmalte y dentina

Definición

La etiología de la erosión dental es multifactorial, teniendo como principal causa la presencia constante de ácidos en esmalte y dentina, siendo el resultado de un proceso químico que ocurre con los años, el cual origina una pérdida del esmalte y la dentina, afecta la integridad, disminuye la matriz

mineral y la dureza, genera exposición de la matriz orgánica y afecta la estética de los dientes.^{63,64,66}

Características

Los efectos de la erosión en esmalte son (Fig. 27.):

- Superficie rugosa.
- Pigmentación superficial.
- Presencia de grietas, fisuras o depresiones.
- Pérdida del sustrato.(Frattes F.)



Figura 27. Fotografías clínicas de dientes anteriores con erosión en esmalte y dentina, caras vestibulares superiores e inferiores.⁶⁵

Los efectos de la erosión dental en la dentina son (Fig. 28:):⁶⁶

- Eliminación de los tapones dentinarios y la dentina orgánica intertubular.
- Aumento en el diámetros de los túbulos dentinarios.
- Reducción mineral en la capa más externa.
- Una capa desmineralizada más profunda.
- Presencia de dentina sana.
- Exposición de las fibrillas de colágeno más fibrosas y densas.



Figura 28. Fotografía clínica de caras palatinas de dientes anteriores superiores con erosión en esmalte y dentina, exposición de la dentina y presencia de restauraciones desajustadas.⁶⁷

La adhesión en dientes con erosión en esmalte y dentina

Las fuerzas de unión en el esmalte erosionado son mayores en comparación con el esmalte sano, probablemente por el aumento de rugosidad de la superficie, facilitando la humectabilidad y promoviendo la mejora en la unión. Por lo tanto el mejor tratamiento del esmalte será el grabado con ácido fosfórico, logrando una superficie porosa que facilita la infiltración del adhesivo, en comparación de los adhesivos de autograbado los cuales presentan un patrón de grabado menos retentivo.⁶⁴

La unión a la dentina erosionada es mala o deficiente debido a que presenta una capa superficial de colágeno fibroso y denso asociado a la desmineralización profunda de la dentina intertubular y peritubular provocada por la erosión, puede influir en la unión de los sistemas adhesivos, afectando la penetración de los monómeros resinosos impidiendo la capacidad de infiltrar profundamente como lo hace un agente ácido y el colágeno desnaturalizado es desfavorable para la adhesión, teniendo zonas de degradación a los 6 meses, a consecuencia del aumento en la actividad de las MMP de la matriz, independientemente de la estrategia adhesiva.^{63,66}

La aplicación de sistemas adhesivos de autograbado que contienen monómeros funcionales de 10-MDP, presentar un efecto positivo en la resistencia de unión tanto en dientes sanos y erosionados, los cuales forman una capa de sales de calcio MDP en la interfaz adhesiva, aumentan la resistencia mecánica y hacen una protección contra la hidrólisis, debido a que es una sal hidrológicamente estable, en comparación con los adhesivos adhesivos sin monómeros de MDP. Los monómeros 10-MDP se unen químicamente a la hidroxiapatita a través del fosfato y el calcio en los sustratos sanos o erosionados, mejorando la unión a largo plazo, sin importar la técnica de grabado a utilizar.^{63,66}

Por otro lado no se recomienda la aplicación de un grabado con ácido fosfórico en dentina erosionada previo a la aplicación del sistema adhesivo universal esto ocasiona un grabado doble o muy profundo ocasionando fallas cohesivas, una interfaces más propensa a la degradación y se compromete la adhesión. Sin embargo sí está recomendado el grabado total siempre y cuando se usen sistemas adhesivos de autograbado ultrasuaves, ya que activan los procesos proteolíticos de la dentina mediante el grabado con ácido fosfórico, sin desnaturalizar las enzimas involucradas.⁶³

Los sistemas adhesivos recomendados serán de autograbado suaves de dos pasos, debido a que mejoran la adhesión a la dentina erosionada, presentan la mejor resistencia a la unión dentro del período de 1 año en dentina erosionada en comparación de sistemas adhesivos de grabado total, reducen la discrepancia entre la desmineralización y la infiltración del monómero en la dentina desmineralizada.⁶³

Protocolo adhesivo en sustrato con erosión

1. Aplicación de aire abrasivo.
2. Lavar y secar con el fin de retirar las partículas abrasivas de óxido de aluminio.
3. Aplicación de un grabado selectivo en esmalte con ácido fosfórico al 37% por 30s.
4. Lavar y secar con el fin de retirar los restos del ácido fosfórico.
5. Aplicación de clorhexidina al 0.2 - 2% con un aplicador desechable durante 30s dentina acondicionada, para inhibir las MMP.
6. Aplicar frotando vigorosamente una capa de un adhesivo universal con 10-MDP en dentina.
7. Aplicación de aire suave para evaporar el solvente.
8. Aplicar frotando vigorosamente una segunda capa de adhesivo en dentina y esmalte.
9. Aplicación de aire suave para evaporar el solvente.
10. Fotopolimerizar por lo menos 20s.

3.2.6 Dientes con blanqueamiento

Definición

El blanqueamiento dental (Fig. 29.) hoy en día es uno de los tratamientos más recurrentes en la práctica dental estética, debido a que los pacientes buscan una buena apariencia en su sonrisa, ya que consideran que es equivalente a una buena salud y una adecuada estética.⁸

El blanqueamiento dental es uno de los métodos más eficaces para el manejo y control de las pigmentaciones y decoloraciones de los dientes, siendo un tratamiento conservador y biológicamente seguro.⁸

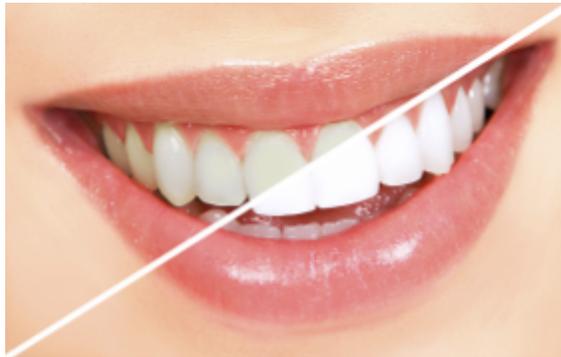


Figura 29. Fotografía clínica que ilustra el blanqueamiento dental.⁶⁸

Características

El mecanismo de acción del blanqueamiento dental en esmalte está basado en el peróxido de hidrógeno, este es un agente oxidante que elimina las pigmentaciones dentro de la superficie del esmalte por su acción de liberación de oxígeno, oxidando las pigmentaciones de las manchas.⁸

El peróxido de hidrógeno es una molécula de bajo peso que es capaz de desnaturalizar las proteínas, lo que aumenta la permeabilidad de los tejidos y posibilita el movimiento de los iones a través del esmalte.⁸

La adhesión en dientes con blanqueamiento dental

Uno de los efectos negativos del blanqueamiento dental es la disminución de las fuerzas de unión a los sistemas adhesivos inmediatamente posterior al tratamiento aclarador, debido a la presencia de iones de oxígeno residual en la superficie dental, los cuales inhiben la polimerización del adhesivo, de las resinas restauradoras y ocasiona un desequilibrio en el potencial redox.⁸

Mientras más altas sean las concentraciones de peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida en los blanqueamientos dentales las fuerzas de unión se verán afectadas significativamente al mismo grado, inmediatamente e influyendo en la fuerza del esmalte.⁸

La literatura menciona que al usar sistemas de blanqueamiento dental es indispensable el uso de un agente remineralizante, el cuál será aplicado en los dientes blanqueados, en su defecto, se menciona la espera de 7 a 14 días, siendo este el tiempo necesario para la remineralización del esmalte de forma natural.⁸

Debido a la desmineralización del esmalte no es recomendado la aplicación de sistemas adhesivos o cementación adhesiva inmediatamente posterior a la aplicación del blanqueamiento dental, sin embargo, como se mencionó antes la remineralización se restablece al cabo de 7 - 14 días, devolviendo las fuerzas de unión sin alcanzar el máximo que se alcanzaría en dientes sin blanqueamiento dental, esto se da independientemente del sistema adhesivo a utilizar.⁸

Conociendo el efecto que tienen los sistemas de blanqueamiento dental en grado de mineralización y en las fuerzas de unión al esmalte, este se tratará como un esmalte sano, esperando el tiempo adecuado y no ejecutando modificación en los sistemas adhesivos. Siendo la técnica de grabado con ácido fosfórico la ideal para la óptima adhesión en esmalte, no siendo la excepción en el esmalte con tratamiento de blanqueamiento dental.⁸

Protocolo adhesivo en sustrato con blanqueamiento dental

1. Después de una semana como mínimo de la aplicación del blanqueamiento dental.
2. Aplicación de aire abrasivo.
3. Lavar y secar con el fin de retirar las partículas abrasivas de óxido de aluminio.
4. Aplicación de ácido fosfórico al 37% por 30s en esmalte.
5. Lavar y secar con el fin de retirar los restos del ácido fosfórico.

6. Aplicación de un adhesivo, en una capa homogénea.
7. Aplicación de aire suave para extender el material evitando capas gruesas.
8. Fotopolimerizar por lo menos 20s.

Conclusión

Los trabajos de investigación del Dr M. Buonocore en el campo de la odontología, fueron el parteaguas de la odontología adhesiva.

El uso de los sistemas adhesivos independientemente de su modo de uso o presentación son usados en un gran número de tratamientos restauradores.

Gracias a todas las investigaciones en el tema de la adhesión y la evolución de los sistemas adhesivos, se dio el impulso de la odontología mínimamente invasiva, cambiando la idea de las preparaciones de las cavidades preservando la máxima estructura sana del esmalte y dentina.

Cada sustrato específico tiene diferentes características morfológicas y de composición diferente entre unas y otras, teniendo un efecto negativo en las fuerzas de unión; requiriendo hacer ciertas modificaciones, con el fin de mejorar la fuerza de unión, mejorar la superficie de los sustratos específicos, mejorar la compatibilidad con los sistemas adhesivos, aumentar la longevidad y optimizar las propiedades de cada sistema adhesivo; dependiendo de cada sustrato o resultado a esperar serán las modificaciones o cambios a realizar en los protocolos de adhesión; los más favorables descritos son la elección ideal de los diferentes sistemas, uso correcto del grabado ácido en dentina o esmalte y el uso de pretratamientos.

Referencias bibliográficas

1. Vinagre A. Ramos J. Adhesion in Restorative Dentistry. INTECH, Portugal; 2016: P. 59 - 85.
2. Sofan E. Sofan A. Palaia G. Toner G. Romeo U. Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. Roma: Annali di Stomatologia; 2017: P. 1 - 17.
3. Carrillo SC. Michael G. Buonocore. Fotografía de Michael Buonocore. 2018 [Imágen] [Consultado el 08 nov 2022] Disponible en: <https://acortar.link/CjqMMx>
4. Carrillo SC. Michael G. Buonocore, padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo de la técnica del grabado del esmalte (1955-2018). México: Rev ADM; 2018: P. 135 - 142.
5. Ruiz V. Acosta M. Natera A. Adhesión y los defectos de desarrollo del esmalte. Acta. Odonto. Venez. 2021; 58 (2).
6. DICC. ENC Salvat Universal. España: Salvat Editores; 1985.
7. Henostroza G. Et al. Adhesión en Odontología Restauradora. Curitiba: Maio; 2003. P. 27 - 11.
8. Halabi. S Matsui N. Nikaido T. Burrow M. Tagami J. Effect of office bleaching on Enamel Bonding Performance. J Adhes Dental, Quintessenz. 2019; 21 (2) P.167 - 177.
9. Flury S. ET al. Principios de la adhesión y la técnica adhesiva. Quintessence: 2012; 25 (10): 604.609.
10. Flury S. ET al. Esquema de la estructura del esmalte. 2012 [Imágen] [Consultado el 10 nov 2022] Disponible en: <https://acortar.link/839cjM>
11. Forgearini M. Nocchi E. Sistemas adhesivos. En: Nocchi E. Odontología Restauradora, salud y estética. 2a ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2008. P. 103 - 116.
12. Flury S. ET al. Esquema de la estructura de la dentina. 2012 [Imágen] [Consultado el 02 oct 2022] Disponible en: <https://acortar.link/839cjM>

13. Magne P. Immediate Dentin Sealing: A Fundamental Procedure for Indirect Bonded Restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2005; 17 (3): 144 - 154.
14. Utria J. Pérez E. Rebollo M. Vargas A. Esquema del proceso de adhesión a dentina. 2018 [Imagen] [Consultado el 22 oct 2022] Disponible en: <https://cutt.ly/2MvL7wC>
15. Vamasa. Fotografía de una jeringa de ácido grabador al 35%. 2020 [Imagen] [Consultado el 12 nov 2022] Disponible en: <https://acortar.link/rAWOPa>
16. Kerr. Fotografía de una botella de *primer*. 2022 [Imagen] [Consultado el 13 nov 2022] Disponible en: <https://acortar.link/5sXjqj>
17. Kerr. Fotografía de una botella de adhesivo. 2022 [Imagen] [Consultado el 13 nov 2022] Disponible en: <https://acortar.link/5sXjqj>
18. Freedman G. Kaver A. Leinfelder k. Afrashtehfar K. *Sistemas Adhesivos Dentales, 7 Generaciones de Evolución*. México: Dentista y Paciente; 2018: P. 11 - 17.
19. Hatrick C. Eakle WF. Bird WF. *Principios de Adhesión*. En: Martínez M. *Materiales dentales: Aplicaciones Clínicas*. México: Editorial El Manual Moderno; 2012. P. 33 - 45.
20. Vinagre A. Ramos J. Microscopía electrónica de barrido de esmalte cubierto por barrillo dentinario. 2016 [Imagen] [Consultado el 08 oct 2022] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5772/65605>
21. Carillo C, MSD. *Capa híbrida*. *Revista ADM*. 2005; 62 (5): P. 181-184.
22. Hatrick C. Eakle WF. Bird WF. Humectabilidad de un líquido sobre una superficie sólida. 2012 [Imagen] [Consultado el 06 oct 2022] Disponible en: Hatrick C. Eakle WF. Bird WF. *Principios de Adhesión*. En: Martínez M. *Materiales dentales: Aplicaciones Clínicas*. México: Editorial El Manual Moderno; 2012.
23. Guzmán HJ. Esquemas de los diferentes ángulos de contacto en los líquidos. 2013 [Imagen] [Consultado el 13 nov 2022] Disponible en:

- Guzmán HJ. Fundamentos de adhesión - Adhesión de esmalte dentinario. En: Guzmán HJ. Biomateriales Odontológicos de Uso Clínico. 5ta ED. Bogotá: ECOE; 2013.
24. Guzmán HJ. Fundamentos de adhesión - Adhesión de esmalte dentinario. En: Guzmán HJ. Biomateriales Odontológicos de Uso Clínico. 5ta ED. Bogotá: ECOE; 2013. P. 61 - 86.
25. Guzmán HJ. La tabla representa los ángulos de contacto que se forman sobre las superficies dentales. [Tabla] [Consultado el 24 oct 2022].
26. Macchi RL. Sistemas materiales y adhesivos. En: Macchi RL. Materiales dentales. 4ta ED. Panamericana; 2007. P. 39 - 50.
27. Olmo M. Nave R. Esquema de tensión superficial. [Imágen] [Consultado el 08 nov 2022] Disponible en: <https://acortar.link/1THsw7>
28. Duarte S, Botta AC. Phark J. Sadan A. Fotografía clínica que muestra la aplicación de un grabado total. [Imágen] [Consultado el 30 nov 2022] Disponible en: <https://acortar.link/5rKGn4>
29. Fusayama T. Total Etch Technique and Cavity Isolation J Esthet & Restor Dent (JERD). 1992; 4 (4) P. 105 - 109.
30. Duarte S, Botta AC. Phark J. Sadan A. Fotografía clínica que muestra la aplicación de un grabado selectivo. [Imágen] [Consultado el 30 nov 2022] Disponible en: <https://acortar.link/5rKGn4>
31. Duarte S, Botta AC. Phark J. Sadan A. Fotografía clínica que muestra la aplicación de un autograbado. [Imágen] [Consultado el 30 nov 2022] Disponible en: <https://acortar.link/5rKGn4>
32. Byoung S. Oxygen-Inhibited Layer in Adhesion Dentistry. J Esthet Restor Dent, Quintessenz. 2004; 16 (5): 316 - 323.
33. Ramírez L. Colán PR. V JJ. Guevara JO. Morales R. ¿La glicerina influye en la estabilidad del color de la resina compuesta?. Rev. CUB Estom. 2022; 59 (2).

34. Luque-Martinez IV. Muñozb MA. Hassc V. Sutil E. Reise A. Loguerciof A. EDTA Conditioning Increases The Long-term Microtensile Bond Strength to Sclerotic Dentin Mediated by Self-Etch Adhesives. *J Adhes Dent*, Quintessenz. 2018; 20 (5): P. 397 - 403.
35. Choque W. Sánchez MA. Pretratamiento de la dentina como estrategia de mejora de la adhesión: una revisión de la literatura. *Rev. Estomatol Herediana*. 2022; 32 (1): P. 61 - 67.
36. Pereira VP. Asquino N. Apellaniz D. Buenos RL. Tapia G. Bologna MR. Metaloproteinasas de la matriz extracelular (MMPs) en Odontología. *Odontoestomatología*. 2016; 18 (28): P. 20 - 29.
37. Leea Y. Chun K. Kar C. Boyd D. Neil J. Ekambaram M. Bonding Universal Dental Adhesive to Developmentally Hypomineralized Enamel. *J Adhes Dental*, Quintessenz. 2021; 23 (6): P. 513 - 525.
38. Tekçe N. Demirce M Tuncerc S Gûderd G. Sancake E. Clinical Performance of Direct Composite Restorations in Patients with Amelogenesis Imperfecta - Anterior Rostorations. *J Adhes Dental*, Quintessenz. 2022; 24 P. 77 - 86.
39. Tekçe N. La tabla representa las características clínicas y radiográficas de los fenotipos de la amelogénesis imperfecta. *J Adhes Dental*, Quintessenz. 2022. [Tabla] [Consultado el 17 nov 2022].
40. López MC. Szwac E. Fotografía clínica de dientes deciduos con AI hipoplásica. 2021 [Imágen] [Consultado el 24 nov 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.47990/alop.v9i1.167>
41. Urzúa B. Ortega A, Adorno D. Fotografía clínica de dientes deciduos con AI hipocalcificada. *FOUCh* [Imágen] [Consultado el 16 nov 2022] Disponible en: <https://acortar.link/CSpaHa>
42. Urzúa B. Ortega A, Adorno D. Fotografía clínica de dientes permanentes con AI hipomadura. *FOUCh* [Imágen] [Consultado el 16 nov 2022] Disponible en: <https://acortar.link/CSpaHa>

43. SergiRad. Radiografía de dientes 46 y 47 con taurodontismo. Taurodontismo. Twitter 2019 [Imágen] [Consultado el 17 nov 2022] Disponible en: <https://acortar.link/Thcnse>
44. Strauch S. Hahnel S Restorative Treatment in Patients with Amelogenesis Imperfecta: A Review. J Prosthodont, Implant, Esthetic & Reconstr Dent. 2018; 27 (7): P. 618 - 623. [Consultado el 13 nov 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jopr.12736>
45. Valencia R. Espinosa R Ceja I. Caso clínico: DESPROTEINIZACIÓN DEL ESMALTE PRIMARIO Y PERMANENTE; NUEVA PERSPECTIVA EN ADHESIÓN. RODY. 2015; 4 (2): P. 1 - 7.
46. Patel A. Aghababaie S. Parekh S. Hypomineralisation or hypoplasia?. Br Dent J. 2019; 227 (8): P. 683 - 686.
47. Hernández M. Muñoz S. López F. Boj J. Fotografía clínica de molar afectado por HIM. Odontol Pediatr Madrid. 2014 [Imágen] [Consultado el 23 nov 2022] Disponible en: <https://acortar.link/G1zLmq>
48. Tonal. Ficha técnica. Papacarie[®]. Disponible en: <https://acortar.link/q3iOfQ>
49. Dentalmex. Fotografía ilustrativa del gel de Papacarie[®]. [Imágen] [Consultado el 23 oct 2022] Disponible en: <https://acortar.link/53bqS0>
50. Siqueira FS. Paraiso L De Carvalho LC. Cantanhede MW. Reise A. Millán AF. Loguercio A. Bonding Efficacy of Universal Adhesives to Fluorotic Enamel after Pre-conditioning with EDTA. J Adhes Dent, Quintessenz. 2022; 24 (9): P. 9 - 18.
51. Siqueira F. Millán A. Ocampo JB. Hass V. Bandeca MC. Gomes JC. Reis A Loguercio A. Fotografía clínica de dientes con fluorosis. J Adhes Dent, Quintessenz. 2018 [Imágen] [Consultado el 23 oct 2022] Disponible en: [10.3290/j.jad.a40300](https://doi.org/10.3290/j.jad.a40300)
52. Pérez D. Fotografía clínica de dientes con fluorosis. AEP. 2020. [Imágen] [Consultado el 12 nov 2022] Disponible en: <https://cutt.ly/DMvZuLJ>

53. Figueredo F. Armas-Vega Ana. Izquierdo A. Pinto T. Hanzen T. Bauer J. Millan A. Loguercio A. Does The Conditioning Mode and Duration of Universal Adhesive Affect the Bonding Effectiveness to Fluorotic Enamel? *J Adhes Dental, Quintessenz*. 2019; 21 (6): P. 525 - 536.
54. Vaquero L. Fotografías clínicas de dientes deciduos con hipomineralización del esmalte. [Imágen] [Consultado el 19 oct 2022] Disponible en: <https://acortar.link/Uq1icF>
55. Soliman S. Meyer P. Hahn B. Halbleid K. Krastl G. Treatment of an Adolescent Patient with Dentinogenesis Imperfecta Using Indirect Composite Restorations - A Case Report and Literature Review. *J Adhes Dental, Quintessenz*. 2018; 20 (4): P. 345 - 354.
56. Dure-Molla M. Philippe B. Berdal A. Fotografía clínica y radiográfica de DGI tipo I. *Eur J Hum Genet*. 2015 [Imágen] [Consultado el 23 nov 2022] Disponible en: [10.1038/ejhg.2014.159](https://doi.org/10.1038/ejhg.2014.159)
57. Dure-Molla M. Philippe B. Berdal A. Fotografía clínica de DGI tipo II. *Eur J Hum Genet*. 2015 [Imágen] [Consultado el 23 nov 2022] Disponible en: [10.1038/ejhg.2014.159](https://doi.org/10.1038/ejhg.2014.159)
58. Gonçalves DF. Shinohara MS. Carvalho PRM. Ramos F. Omoto EM. Fagundes TC. Three-year evaluation of different adhesion strategies in non-cariou cervical lesion restorations: a randomized clinical trial* *JAOS Quintessence*. 2022; 23 (1).
59. Peumans M. Wouters L. Munck J. Van Meerbeek B. Van Landuyt K. Fotografía clínica de lesiones cervicales no cariosas. *Adhes Dent, Quintessenz*. 2018 [Imágen] [Consultado el 23 nov 2022] Disponible en: [10.3290/j.jad.a40630](https://doi.org/10.3290/j.jad.a40630)
60. Peumans M. Wouters L. Munck J. Van Meerbeek B. Van Landuyt K. Nine-year Clinical Performance of a Hema-free One-Step Self-Etch Adhesive in Noncariou Cervical Lesions. *J Adhes Dent, Quintessenz*. 2018; 20 (3): P. 195 - 203.

61. Cruza J. Silvad AL. Eibar R. Coitoc C. Romao B. Lopes MM. Cavalheirof A. 24-Month Clinical Performance of a Universal Adhesive on Non-Carious Cervical Lesions: Self-Etch and Etch-and-Rinse Techniques. J Adhes Dent, Quintessenz. 2021; 23 (5): P. 379 - 387.
62. Peumansa M. Vandormaelb S. Heerenb A. De Munckc J. Meerbeekd B. Six-Year Clinical Performance Of a 2-Step Self-Etch Adhesive in Noncarious Cervical Lesions. J Adhes Dent, Quintessenz. 2021; 23 (3): P. 201 - 215.
63. Vercelino T. Fogliato J. De Oliveira R. Maxnuck FZ. Larissa T. Role of Etching Mode on Bonding Longevity of Universal Adhesive to Eroded Dentin. J Adhes Dent. 2017; 19 (1): P. 69 - 75.
64. Frattes F. Augusto M. Gimes C. Rogerio C. Borgese A. Bond Strength to Eroded Enamel and Using a Universal Adhesive System, J Adhes Dent, Quintessenz. 2017; 19 (2): P. 121 - 127.
65. Vailati F. Belser C. Fotografías clínicas de dientes vestibulares con erosión. Elsevier. 2010 [Imágen] [Consultado el 14 nov 2022] Disponible en: <https://cutt.ly/bMvJs7B>
66. Siqueira F. Millán A. Ocampo JB. Hass V. Bandeca MC. Gomes JC. Reis A Loguercio A. Bonding Performance of Universal Adhesive to Eroded Dentin. J Adhes Dent, Quintessenz. 2018; 20 (2): P. 121 - 132.
67. Vailati F. Belser C. Fotografías clínicas de dientes superiores con erosión. Elsevier. 2010 [Imágen] [Consultado el 14 nov 2022] Disponible en: <https://cutt.ly/bMvJs7B>
68. Kurhan Fotolia. Fotografía clínica que ilustra el blanqueamiento dental. [Imágen] [Consultado el 14 nov 2022] Disponible en: <https://acortar.link/zezeeC>