



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA

COMPARACIÓN ENTRE LAS DOS TÉCNICAS
ADHESIVAS: "RESIN COATING" FRENTE AL SELLADO
DENTINARIO INMEDIATO PARA LA PROTECCIÓN DE
LA DENTINA PREVIO A LA COLOCACIÓN DE
RESTAURACIONES INDIRECTAS.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

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

P R E S E N T A:

MARIANA XINOL VARGAS

TUTOR: Esp. ERNESTO URBINA VÁZQUEZ

VeBo
EA



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.

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México

Por permitirme ser parte de la máxima casa de estudios, a la Facultad de Odontología, por tan excelente formación académica, y a cada uno de los doctores que compartieron conocimientos, profesionalismo y pasión por la Odontología. Agradezco en especial a el Doctor Adrián Villavicencio por ser un ejemplo en mi formación.

A mi tutor

Especialista Ernesto Urbina Vázquez, por guiarme, brindarme su apoyo y conocimientos.

A mis padres

Gerardo y Claudia, gracias por su dedicación, esfuerzo y trabajo diario para poder darme todas las herramientas necesarias para cumplir este sueño, gracias por su ejemplo e impulsarme a seguir siempre adelante.

A mis hermanos

Moisés y Geraldine, gracias por todo el amor, son mi inspiración y apoyo, los amo infinitamente.

A mis abuelas

Cristina, por sus palabras de amor y motivación, y a Bobe por todo el amor, por haberme visualizado desde mucho antes como una profesionista y estar orgullosa, te habría encantado ver este sueño cumplir.

A mi novio

Fabrizio, gracias por estar en este proceso, por tu amor y dedicación.

A mis pacientes

Gracias a cada uno por confiar, por ser parte de mi formación profesional y poner su salud en mis manos durante mi estancia en la Facultad de Odontología, UNAM.

Por mi raza hablará el espíritu

ÍNDICE

Introducción.....	1
Justificación.....	2
Objetivo.....	2
CAPÍTULO 1 ADHESIVOS DENTALES.....	3
1.1 Definición de adhesión.....	3
1.2 Antecedentes de adhesivos dentales.....	3
1.3 Generaciones de adhesivos.....	5
1.3.1 Cuarta generación.....	6
1.3.2 Quinta generación.....	7
1.3.3 Sexta generación.....	7
1.3.3.1 Sexta generación tipo I.....	8
1.3.3.2 Sexta generación tipo II.....	8
1.3.4 Séptima generación.....	9
1.3.5 Octava generación.....	10
1.4 Clasificación de adhesivos según su agente de grabador.....	10
1.4.1 Adhesivos de grabado total (<i>etch and rinse</i>).....	10
1.4.2 Adhesivos de autograbado (<i>self-etch</i>).....	13
1.4.2.1 Clasificación del adhesivo de autograbado.....	14
1.5 Adhesivos con relleno.....	18
1.6 Barrillo dentinario.....	18
1.7 Capa inhibida de oxígeno.....	19
1.8 Capa híbrida.....	20
1.9 Mecanismos de degradación de la capa híbrida.....	21
1.9.1 Hidrolisis (degradación hidrolítica).....	21
1.9.1.1 Solventes y humedad de la dentina.....	22
1.9.1.2 Acetona.....	23

1.9.1.3 Agua.....	23
1.9.1.4 Etanol.....	24
1.9.1.5 Métodos para conservar la humedad dentinaria.....	24
1.9.2 Metaloproteinasas (degradación enzimática)	24
1.9.2.1 Agentes inhibidores de metaloproteinasas.....	25
1.10 Colapso de fibras de colágeno.....	26
1.11 Mecanismos de adhesión a esmalte y dentina.....	28
1.11.1 Adhesión a esmalte.....	28
1.11.2 Adhesión a dentina.....	30
CAPÍTULO 2 RESIN COATING	31
2.1 Resin Coating: Introducción.....	31
2.1.2 Clearfil SE Bond ® (Kuraray).....	32
2.2 Materiales.....	34
2.3 Protocolo de resin coating con sistema adhesivo de autograbado de dos pasos.....	35
2.3.1 Ventajas.....	41
2.3.2 Desventajas.....	42
2.4 Resin coating en dientes tratados endodónticamente.....	42
CAPÍTULO 3 SELLADO DENTINARIO INMEDIATO	43
3.1 Sellado Dentinario Inmediato: Introducción.....	43
3.1.1 Optibond FL ® (Kerr).....	44
3.2 Materiales.....	45
3.3 Profundidad de la preparación	45
3.4 Protocolo del sellado dentinario inmediato con un sistema adhesivo de grabado total de tres pasos.....	46
3.4.1 Ventajas.....	53

3.4.2 Desventajas.....	55
3.5 Materiales de impresión.....	56
3.6 Materiales provisionales.....	57
3.7 Cementos provisionales.....	59
3.8 Periodo de provisionalización	60
3.9 Acondicionamiento previo a la cementación final	60
3.10 Hipersensibilidad postcementación	62
Conclusiones	63
Referencias	64

INTRODUCCIÓN

La Odontología Restauradora se ha enfocado en el uso de técnicas adhesivas para lograr una mejor integración diente–restauración, junto con ello busca disminuir la hipersensibilidad postoperatoria ocasionada por el tallado de dientes vitales para realizar restauraciones indirectas como incrustaciones, coronas y carillas. (1)

El procedimiento convencional para la cementación de restauraciones indirectas es hacer la adhesión a la dentina justo en el momento en que se va a asentar la restauración definitiva en la preparación dentaria. El problema de esto es la considerable exposición de dentina luego de la preparación que queda expuesta a contaminación durante el proceso de provisionalización generando así una mala calidad de la capa híbrida de la cementación, lo que ha sido estudiado por numerosos autores desde los años 90, tales como: Pashley y Magne. (2)

Como se menciona en la literatura, al exponer los túbulos de dentina se provoca una sensibilidad dental. Se ha observado que a mayor profundidad de la preparación y a mayor área expuesta, mayor es la permeabilidad de la dentina. (1)

Se han descrito múltiples técnicas para reducir el desarrollo de la hipersensibilidad postoperatoria. Dos de estas son: Por un lado el “sellado dentinario inmediato”, por siglas en inglés (IDS), que consiste en un acondicionamiento de la dentina mediante el uso de ácido fosfórico, aplicación y fotopolimerización inmediata del sistema adhesivo en la dentina antes de la técnica de impresión y por otro lado existe el “*Resin coating*”, el cual evita el grabar con ácido fosfórico la dentina recién cortada que fue expuesta, y utiliza adhesivos *Self Etch* de 2 pasos (*primer* y adhesivo) y como tercer paso, después del polimerizado del adhesivo, se debe aplicar una pequeña capa de resina fluida. (3)

Al realizar estas técnicas, la entrada de los túbulos dentinarios se oblitera, lo que detiene la infiltración bacteriana y el flujo de dentina, lo que causa dolor. Según la literatura, estas técnicas disminuyen la hipersensibilidad postoperatoria, infiltración bacteriana y aumentan la fuerza de adhesión. (1)

JUSTIFICACIÓN

Las técnicas adhesivas de protección dentinaria inmediatamente después de realizar una preparación dental tienen una escasa aparición en el programa de estudios de la Facultad de Odontología de la UNAM, tomando esto en cuenta, el describir la importancia de la protección dentinaria y los protocolos de las técnicas adhesivas será para que los alumnos de la facultad y cirujanos dentistas, conozcan; la aplicación correcta de las técnicas siguiendo un protocolo, las razones del porque dichas técnicas de adhesión son un procedimiento efectivo durante el tratamiento, y al mismo tiempo, que los alumnos y cirujanos dentistas refuercen los conocimientos de dicho tema para que al lograr su correcta aplicación reduzcan las incomodidades que los pacientes podrían sufrir posteriormente de realizarles una preparación dental, así mismo brindar mayor comodidad postoperatoria y resultados más predecibles.

OBJETIVO

Brindar la información necesaria sobre el efecto de dos técnicas de protección de la dentina, así como describir la secuencia clínica de aplicación, que permita al odontólogo realizar una adecuada selección y utilización del sistema, de acuerdo con la situación clínica.

CAPÍTULO 1 ADHESIVOS DENTALES

1.1 Definición de Adhesión

Se define como adhesión al estado de unión de dos superficies mediante fuerzas basadas en mecanismos físicos y químicos. Es muy importante conocer la biocompatibilidad y la resistencia en megapascales (Mpa) de cada sistema adhesivo para obtener resultados favorables en la unión al sustrato dental, recordando que, para obtener una correcta adhesión a la dentina, los sistemas adhesivos deben superar los 17 megapascales. (4)

1.2 Antecedentes de adhesivos dentales

La historia de los adhesivos dentales comenzó en 1949, cuando el Doctor Hagger, un químico suizo, solicitó la patente del primer adhesivo dental: donde solo la dentina era el sustrato inicial para la unión, y no el esmalte.

Hagger patentó en 1951 un material de sellado de cavidad para usarse en combinación con la resina de curado químico "Sevriton". Este adhesivo se basa en monómeros ácidos capaces de grabar e interactuar a nivel molecular con las superficies dentales para formar enlaces físicos / químicos entre la restauración y el diente. En 1954, Buonocore, padre de la adhesión moderna, realizó con éxito sus primeros experimentos de adhesión al esmalte mediante grabado ácido y se centró en alterar la superficie del esmalte para obtener una unión con el material de obturación. Además de su investigación en 1955, describió el uso de ácido fosfórico al 85% para alterar la superficie del esmalte que podría proporcionar una superficie adecuada para la unión y también para mejorar la retención de la resina. El mecanismo de la adhesión mejorada con grabado ácido no se publicó hasta 1968, cuando Buonocore, Matsui y Gwinnett discutieron el efecto del acondicionamiento con ácido fosfórico, que crea microporosidades permitiendo que la resina penetre y forme extensiones de resina en forma de prisma. Estas extensiones de resina no se observaron en el esmalte no acondicionado. El efecto del ácido fosfórico sobre el esmalte que resultaba en una mayor adhesión formó a partir de ahí, parte de la literatura dental y fue la investigación pionera de la Odontología Mínimamente

Invasiva. Esto produce una unión del esmalte predominantemente micromecánico. (5)

A mediados de 1960, se utilizaron clínicamente los primeros materiales de resina compuesta y selladores de fosas y fisuras comercialmente disponibles que utilizaban esta nueva tecnología adhesiva. Buonocore propuso la teoría que el llenado de las microporosidades creados por el grabador eran responsables de la adhesión al esmalte y, a fines de la década de 1960, también propuso que la unión a la dentina era posible. Desde entonces, se han desarrollado adhesivos dentales que brindan una fuerza de unión mayor e interfaces de unión más firmes tanto para el esmalte como para la dentina.

En la década de 1970, por primera vez, se utilizaba el concepto de barrillo dentinario que bloqueaba la adhesión a la dentina, según lo observó Eick, utilizando el microscopio electrónico de barrido, por sus siglas en inglés, (SEM), y simultáneamente, el concepto de grabado total. En la década de 1980, el adhesivo de autograbado y enjuague había ganado una aceptación generalizada. (5)

Nakabayashi, en 1982, fue el primero en demostrar la verdadera formación de capas híbridas, y también quien denominó a este nuevo biocompuesto, con el nombre de capa híbrida. Demostró que la resina podía infiltrarse en la dentina grabada con ácido para formar una nueva estructura compuesta por una matriz de resina reforzada por fibrillas de colágeno. Al mismo tiempo, la capa híbrida se consideró como el principal mecanismo de unión de los agentes adhesivos.

En 1984, Davidson y colaboradores informaron que la tensión de contracción causada por la polimerización del compuesto de resina dentro de una cavidad de clase V fue de aproximadamente 20 MPa. Dos años más tarde, para respaldar los hallazgos de Davidson y colaboradores, Komatsu y Finger sugirieron que los adhesivos de dentina con resistencias adhesivas al cizallamiento de alrededor de 20 MPa eran efectivos para prevenir la formación de espacios marginales. (6)

A principios de la década de 1990, la introducción del sistema adhesivo de grabado total de tres pasos representó una revolución en la odontología adhesiva. Una vez

que se graba la dentina con ácido fosfórico y se enjuaga el grabador, se utilizan *primers* hidrofílicos antes de aplicar una capa uniforme de resina hidrofóbica para completar la hibridación. Los sistemas adhesivos de grabado total de dos pasos y los adhesivos de autograbado de dos pasos se introdujeron en el mercado a fines de la década de 1990 (5). En esta misma década, se introdujeron las resinas adhesivas con relleno, con proporciones variables de partículas de relleno de vidrio. Inicialmente, el propósito de agregar cargas de vidrio a los adhesivos era obtener capas adhesivas más gruesas, buscando modificar su viscosidad para aliviar los esfuerzos de contracción producidos por las restauraciones de composite. También se sugiere agregar rellenos a los adhesivos dentales para fortalecer la capa adhesiva, y el tamaño de las partículas de relleno debe ser inferior a 20 nm para que puedan infiltrarse en la red de colágeno desmineralizado. (6)

El surgimiento y desarrollo de los sistemas adhesivos modificaron completamente la práctica de la Odontología. Tal revolución no sólo alteró los conceptos de preparación cavitaria, sino también permitió la mayor preservación de la estructura dentaria remanente sana, siendo ésta la más significativa conquista posibilitada por el uso de estos materiales. (7)

1.3 Generaciones de adhesivos

En la actualidad se puede clasificar los sistemas adhesivos según su tipo de generación, interacción con el sustrato dental, número de pasos clínicos, los que poseen como patrón inicial el grabado ácido y los que presentan un pH ácido en su componente sin el uso del patrón inicial de grabado ácido.

Se utilizó el concepto de generación debido a la complejidad de los agentes adhesivos, la variedad de clasificaciones hace referencia a cuándo y en qué orden se desarrolló este tipo de adhesivo por parte de la industria dental. (5)

Se ha señalado, que una de las características en la evolución de los adhesivos es simplificar los pasos clínicos. (8)

Tendremos solo en cuenta los adhesivos más modernos, de la cuarta generación en adelante ya que son los primeros que comienzan a estar diseñados para actuar formando capa híbrida.

1.3.1 Cuarta generación

Introducida a principios de la década de 1990, se centró en la incorporación de la técnica de grabado ácido o grabado total. Descrito por primera vez por Fusayama en 1979. (6) Los materiales de cuarta generación fueron los primeros en lograr la eliminación completa del barrillo dentinario y todavía se consideran el estándar de oro en la unión a la dentina. En esta generación, los tres componentes principales (grabador, *primer* (imprimador) y adhesivo) generalmente se empaquetan en contenedores separados y se aplican secuencialmente. En este concepto de técnica de grabado total, la dentina y el esmalte se graban al mismo tiempo con ácido fosfórico por un período de 15 - 20 segundos. Sin embargo, la superficie debe dejarse húmeda, para evitar el colapso del colágeno. (5)

La aplicación de una solución de *primer* hidrofílico puede infiltrar la red de colágeno expuesta formando la capa híbrida, concepto del cual se hablará más adelante.

Estos sistemas son muy efectivos cuando se usan correctamente, tienen un buen historial clínico a largo plazo y son los más versátiles de todas las categorías de adhesivos, ya que se pueden utilizar para prácticamente cualquier protocolo de unión (directo, indirecto, polimerización dual o fotopolimerización). (5)

Debido a la complejidad de múltiples botellas y pasos, los dentistas comenzaron a solicitar un sistema adhesivo simplificado. (5)

1.3.2 Quinta generación

En las décadas de 1990 y 2000, los sistemas adhesivos de quinta generación buscaron simplificar el proceso de adhesión de cuarta generación mediante la reducción de los pasos clínicos, lo que se traduce en una reducción del tiempo de trabajo. Estos se distinguen por ser sistemas de un paso o de una botella, (5) que combina el *primer* (imprimador) y el adhesivo en una solución para aplicar sobre el esmalte y la dentina simultáneamente con ácido fosfórico al 35 % a 37 % durante 15 a 20 segundos. Este tipo de adhesivo de grabado y lavado de una sola botella muestra la misma adhesión mecánica con la dentina grabada que se produce por medio de extensiones de resina, y formación de capas híbridas, además, muestra valores altos de fuerza de unión a la dentina con sellado marginal en el esmalte. Estos tipos de sistemas adhesivos pueden ser más susceptibles a la degradación del agua con el tiempo que la cuarta generación. (5)

Esto se debe a que el *primer* (imprimador) polimerizado del "sistema de una botella" tiende a ser de naturaleza hidrofílica. Sin embargo, cuando se utiliza la cuarta generación, el *primer* (imprimador) hidrofílico se cubre con una resina más hidrofóbica, lo que la hace menos susceptible a la absorción de agua. No todos los adhesivos de quinta generación son compatibles con materiales duales y autopolimerizables. (5)

1.3.3 Sexta generación

Los sistemas adhesivos de sexta generación introducidos a fines de la década de 1990 y principios de la década de 2000, también conocidos como "*primers* de autograbado", lograron un gran avance tecnológico. Los sistemas adhesivos de sexta generación buscaban eliminar el paso de grabado, o incluirlo químicamente en uno de los otros pasos: (*primer* de autograbado + adhesivo). (5)

1.3.3.1 Sexta generación tipo I

Donde es aplicado inicialmente el *primer* (imprimador) autograbador, es aireado, posteriormente se aplica el adhesivo, de nuevo se airea y se fotopolimeriza.

Otra característica de este sistema es que generalmente es compatible con los cementos de resina de autocurado, con este sistema se aplica inicialmente el *primer* en el diente, se airea y posteriormente se aplica y fotocura el adhesivo y finalmente se aplica el cemento de resina de autocurado para cementar la restauración. (9)

1.3.3.2 Sexta generación tipo II

Mezcla el *primer* y el adhesivo, previo a su aplicación en el diente, la primera capa es aireada por diez segundos y la segunda se fotocura. Este sistema generalmente no es compatible con los cementos de resina duales, de autocurado y reconstructores de muñón como son las resinas compuestas convencionales de autocurado. La resistencia de unión de los cementos de resina a dentina está influida por la compatibilidad entre los modos de polimerización del cemento y el sistema adhesivo, y se cree que la incompatibilidad de los sistemas adhesivos simplificados autograbadores y las resinas de curado dual está relacionada con la acidez de este sistema. La incompleta remoción de agua o solventes del adhesivo también pueden retardar la polimerización de los compuestos de autocurado. (9)

La mayor ventaja de la sexta generación es que su eficacia parece depender menos del estado de hidratación de la dentina que los sistemas de grabado total.

Desafortunadamente, las primeras evaluaciones de estos nuevos sistemas mostraron una unión suficiente con la dentina acondicionada, mientras que la unión con el esmalte fue menos efectiva. Esto puede deberse a que los sistemas de sexta generación están compuestos por una solución ácida que no se puede mantener en su lugar, debe renovarse continuamente y tener un pH que no es suficiente para

grabar correctamente el esmalte. Para superar este problema, se recomienda grabar primero el esmalte con ácido fosfórico tradicional antes de usarlo. Sin embargo, aquellos que utilicen esta técnica deben tener cuidado de aplicar el ácido fosfórico únicamente al esmalte.

Si bien los datos indican que los adhesivos de sexta generación se adhieren bien a la dentina, la unión al esmalte es al menos un 25% más débil, que ambos adhesivos de cuarta y quinta generación. (5)

1.3.4 Séptima generación

Los sistemas adhesivos de séptima generación se introdujeron a finales de 1999 y principios de 2005. El sistema de autograbado de séptima generación o de una botella representa la última simplificación de los sistemas adhesivos. Con estos sistemas, todos los ingredientes necesarios para la unión se colocan y entregan desde una sola botella. Esto simplifica en gran medida el protocolo de unión, ya que se afirmaba que se podían lograr fuerzas de unión consistentes al mismo tiempo que se eliminaban por completo los errores que normalmente podía introducir el dentista o el asistente dental que tenía que mezclar los componentes separados con otros sistemas más complicados. Sin embargo, incorporar y colocar toda la química requerida para un sistema adhesivo viable en una sola botella, y hacer que permanezca estable durante un período de tiempo razonable, plantea un desafío importante. Estos sistemas inherentemente ácidos tienden a presentar una cantidad significativa de agua en sus formulaciones y pueden ser propensos a la hidrólisis y descomposición química. Además, una vez colocados y polimerizados, son generalmente más hidrofílicos que los sistemas de autograbado de dos pasos; esta condición los hace más propensos a la absorción de agua y limita la profundidad de la infiltración de resina en el diente. (5)

La ventaja de esta generación fue que no se requirió ninguna mezcla y las fuerzas de unión fueron consistentes. Sin embargo, los adhesivos de séptima generación

han demostrado tener la fuerza de unión inicial y a largo plazo más baja de cualquier adhesivo en el mercado actual, lo que puede considerarse una desventaja. (5)

1.3.5 Octava generación

La expiración de la patente de 10-MDP de Kuraray, alrededor de 2003, permitió el desarrollo de adhesivos universales, y el primer producto de esta clase se lanzó en 2011 (Scotchbond Universal, 3M ®), que contenía 10-MDP en su composición. Los adhesivos universales también pueden contener silano en la misma botella, lo que sugiere una mejora de su adherencia a las cerámicas a base de sílice. Sin embargo, las restauraciones indirectas aún presentaron un mejor rendimiento de unión cuando el silano y la resina de unión se aplicaron por separado, lo que resultó en una fuerza de unión superior al sustrato cerámico a base de vidrio grabado después de un año de almacenamiento en agua en comparación con dos adhesivos universales. (6)

1.4 Clasificación de adhesivos según su agente grabador

1.4.1 Adhesivos de grabado total (*etch and rinse*)

La nueva era de la odontología adhesiva comenzó con el Doctor Buonocore en 1955, quien propuso el grabado del esmalte al 85% de ácido fosfórico.

La técnica de grabado total fue creada por Fusayama y colaboradores en 1979, quienes con la aplicación de esta técnica concluyeron que el grabado ácido aumenta considerablemente la adhesión de la resina compuesta, no sólo al esmalte sino también a la dentina. (10)

Los adhesivos convencionales, de grabado total son conocidos como sistemas de grabado y lavado (*etch and rinse*) que pueden presentarse en dos o tres pasos, la fuerza de resistencia de unión obtenida por estos sistemas adhesivos es aproximadamente de 29 a 31 MPa. (11)

La concentración de ácido fosfórico al 30 – 40 % en los sistemas grabado y lavado elimina el barrillo dentinario de una superficie de dentina preparada y ensancha los orificios de los túbulos de la superficie dentinaria, desmineralizando la dentina y exponiendo las fibrillas de colágeno a una profundidad de 3–5 μm . (12)

El ácido en el esmalte tiene las siguientes funciones:

- 1) Alterar el contorno superficial de la región al remover totalmente una capa de 10 μm , dónde están los cristales y la película adquirida (biofilm orgánico de origen salival, adsorbida a la superficie del esmalte), elevando la energía de la superficie.
- 2) Transformar el esmalte subyacente en un tejido altamente poroso, con profundidad media de 20 μm , siendo la pérdida del mineral de forma cualitativa en los prismas, generando aumento del área superficial. (7)

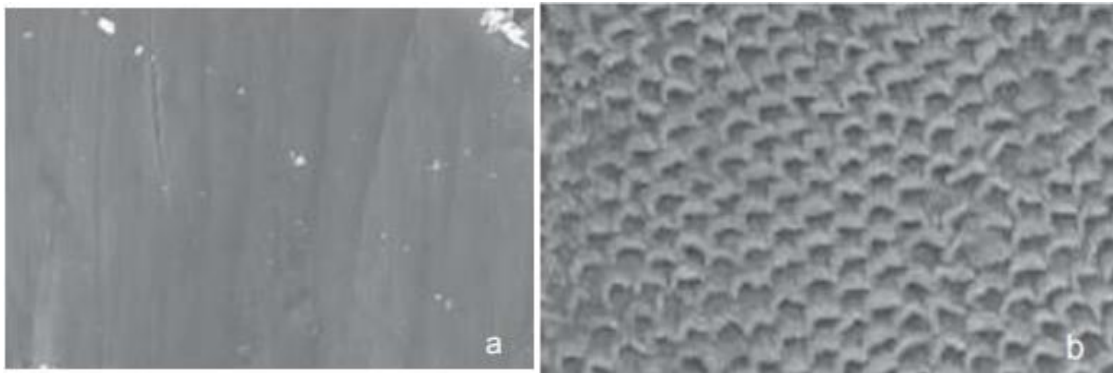


Figura 1 a. Superficie del esmalte sin grabado b. Superficie del esmalte después del grabado. (7)

En dentina, además de remover el barrillo dentinario, el grabado ácido elimina el contenido mineral de la zona más superficial (3 a 8 μm) y reduce de modo drástico el contenido de hidroxiapatita en las capas subyacentes. Como consecuencia de esto, el diámetro de los túbulos es ampliado, así como la permeabilidad de la dentina y la presión intrapulpal, exponiendo un tejido rico en fibrillas de colágeno. Tales

modificaciones resultan en una estructura menos mineralizada, más porosa, más húmeda y rugosa. (7)

El substrato pasa a presentar baja energía libre de superficie, es decir, menor capacidad de interactuar con monómeros resinosos hidrofóbicos. Así los fabricantes desarrollaron los *primers*, que son compuestos por solventes orgánicos a los cuales se les adicionan monómeros hidrofílicos, que de esta forma son transportados hacia el interior de la dentina recién desmineralizada. Los solventes presentes en este *primer* desalojan el fluido, penetra en los microporos del tejido, participan de la evaporación del agua presente y dejan los monómeros hidrofílicos en contacto con las fibrillas de colágeno. Al polimerizar el monómero, este envuelve las fibras y forma la capa híbrida. (7)

Complementando la técnica adhesiva, es aplicada una capa de resina hidrofóbica sobre el *primer*. Esta resina hidrofóbica no contiene agua ni solventes en su composición. Está compuesta por monómeros más viscosos y de mayor peso molecular y son capaces de penetrar en la superficie preparada por el *primer*. Esta resina se copolimeriza con los monómeros del *primer* garantizando un espesor mínimo adecuado para la capa de adhesivo, evitando el comprometimiento de la polimerización por el contacto con el oxígeno. (7)

La primera versión de estos sistemas adhesivos convencionales fue y son aún comercializados en tres frascos (pasos):

1. Ácido: cuya función es preparar el substrato para la adhesión.
2. *Primer* (imprimador): que es la solución hidrofílica compatible con la dentina húmeda y que posee solventes en su composición.
3. Adhesivo: parte hidrofóbica, compatible con la resina compuesta. (7)

	ADHESIVOS CONVENCIONALES
GENERACIÓN	ADHESIVOS GRABADO Y LAVADO (<i>ETCH AND RINSE</i>)
CUARTA GENERACIÓN	<p>1) Técnica de grabado total, permite remover completamente el barrillo dentinario, grabando simultáneamente esmalte y dentina con la utilización de ácido fosfórico</p> <p>2) Principal preocupación era evitar el colapso de la red de fibras colágenas y favorecer la formación de las interdigitaciones de resina en los túbulos dentinales, lo que conforma la denominada capa híbrida, descrita por Nakabayashi en 1982</p> <p>ACIDO GRABADOR + PRIMER + ADHESIVO</p> <p>*resistencia de unión de aproximadamente 31 MPa.</p>
QUINTA GENERACIÓN	<p>1) Inicia el “sistema de un frasco”, combinando el <i>primer</i> y el adhesivo dentro de una solución aplicada después del grabado de esmalte y dentina con ácido fosfórico al 35-37% por 15 a 20 segundos, permitiendo la formación de capa híbrida</p> <p>GRABADO + (PRIMER + ADHESIVO)</p> <p>*resistencia de unión tanto a esmalte como a dentina de aproximadamente 29 MPa</p>

Figura 2 Cuadro elaborado con información de revisión bibliográfica. (9)

1.4.2 Adhesivos de autograbado (*self - etch*)

El concepto de autograbado se introdujo por Watanabe y Nakabayashi en 1993 (6), para solucionar los problemas de la complejidad de la técnica anterior y de la sensibilidad postoperatoria asociada a los sistemas adhesivos con grabado total. (7)

Basado en el enfoque de Watanabe y Nakabayashi, el primer sistema adhesivo de sexta generación se lanzó a principios de la década de 1990 con el nombre de Clearfil Liner Bond 2 ® (Kuraray). Este sistema de unión consistía en una imprimación ácida y una resina adhesiva, ambos entregados en botellas separadas. (6)

En estos sistemas, los pasos de grabado ácido previo de la dentina y posterior lavado y secado son eliminados. La presencia del ácido fue incorporada al *primer*, tornando a éste como autocondicionante. Así el *primer* autoacondicionante es responsable por la creación de su propia vía de acceso a los tejidos mineralizados. (6)

Los monómeros ácidos presentes en los sistemas autocondicionantes pueden ser monómeros derivados del ácido carboxílico o monómeros fosfonados (Fenil-P; 10-MDP;PENTA). (13)

El mecanismo de acción de los adhesivos de autograbado, es la presencia de monómeros ácidos que al ser aplicados sobre el sustrato dental modifican, sin eliminar, el barro dentinario y crean un pequeño frente desmineralizado, tras actuar unos segundos los radicales ácidos se neutralizan con los cristales de hidroxiapatita, incorporando el barrillo dentinario a la capa híbrida con valores de resistencia a la unión de 20 a 26 MPa. (11)

1.4.2.1 Clasificación del adhesivo de autograbado

Se pueden clasificar de acuerdo con su capacidad de penetrar en el barrillo dentinario y en su profundidad de desmineralización dentro de la superficie dentinal, la cual difiere en nanómetros entre los diferentes tipos de sistemas de autograbado, estos sistemas adhesivos de autograbado pueden ser: (9)

1. “ultrasuaves” con $\text{pH} > 2,5$
2. ‘suaves’ con profundidades de aproximadamente $1 \mu\text{m}$ tienen $\text{pH} \approx 2$
3. ‘moderadamente fuertes’ que presentan profundidades de interacción entre 1 y $2 \mu\text{m}$ con pH entre 1 y 2
4. ‘fuertes’ que tienen $\text{pH} \leq 1$.

Los llamados suaves pueden presentar mayor resistencia de unión a esmalte y dentina comparado con los de pH moderado o fuerte. (9)

Los adhesivos de autograbado suaves interactúan solo superficialmente con el esmalte y la dentina, los cuales difícilmente disuelven los cristales de hidroxiapatita, sino que los mantienen en su lugar, generando enlaces iónicos a partir de estos. Por el contrario, los adhesivos de autograbado fuertes tienen efectos de desmineralización en esmalte y dentina, al igual que los sistemas adhesivos de grabado y lavado, con la diferencia que los fosfatos de calcio disueltos no son lavados, estos fosfatos embebidos son muy inestables en el medio acuoso, lo que debilita considerablemente la integridad de la interfase adhesiva con la dentina y el colágeno expuesto, lo cual refleja mejores efectos en los autograbadores suaves. En general, los adhesivos de autograbado presentan mejor desempeño para la resistencia de unión en dentina que en esmalte, debido a su baja acidez en comparación con los adhesivos convencionales de grabado y lavado. (9)

La baja efectividad de unión se ve principalmente en la acción de los autograbadores ultrasuaves a esmalte, debido al bajo potencial de retención micromecánica y a la baja reactividad química con la hidroxiapatita del esmalte. Por esta razón, algunos autores recomiendan combinar un tratamiento de grabado y lavado solamente en esmalte después de aplicar los adhesivos de autograbado en dentina, ya que el grabado con ácido fosfórico en dentina podría ser considerado agresivo, pues produce posible desnaturalización de colágeno con relación al tiempo de grabado y discrepancia entre la capacidad de penetración del adhesivo ($10\text{-}30 \text{ nm}$) y la profundidad de grabado ($5\text{-}8 \mu\text{m}$), activación de las

metaloproteinasas que pueden degradar la capa híbrida, posible colapso de las fibras de colágeno expuesta por sobre secado evitando la infiltración de la resina y la adecuada formación de la capa híbrida. (9) Este procedimiento mejora los resultados a largo plazo, por lo tanto, es un protocolo recomendado por autores como Peumans y Van Meerbeek en 2010. (9)

	ADHESIVOS AUTOACONDICIONANTES
GENERACIÓN	ADHESIVOS AUTOGRABADO
SEXTA GENERACIÓN	<p>1)Estos permitieron eliminar el paso del grabado ácido, realizando el grabado simultáneo del sustrato dentario y su acondicionamiento para recibir el adhesivo, empleando <i>primers</i> autograbadores y mezclas de adhesivos con <i>primers</i>, generando retención micromecánica en los tejidos duros, permitiendo la unión directamente sobre el barrillo dentinario que cubre la dentina</p> <p>2)Las grandes ventajas de estos sistemas adhesivos autograbadores están en la simplificación del proceso adhesivo, tiempos de trabajo y disminución de la sensibilidad postoperatoria</p> <p>(PRIMER ÁCIDO) +ADHESIVO</p> <p>* resistencia de unión de aproximadamente 26 MPa, para los autograbadores de dos pasos</p>
SÉPTIMA GENERACIÓN adhesivos autograbadores de un frasco y un solo paso	<p>1)Mantiene en una solución los componentes de monómeros ácidos hidrofílicos, solventes orgánicos y agua, indispensables para la activación del proceso de desmineralización de la dentina y el funcionamiento del sistema.</p> <p>2)Ventajas de la simplificación del procedimiento, disminución</p>

de la sensibilidad de la técnica, desmineralización e infiltración simultánea de la resina, disminución en el tiempo de trabajo, los resultados en cuanto a la resistencia de unión y nanofiltración ponen en duda la efectividad clínica de los sistemas adhesivos de séptima generación, debido a su inestabilidad en el tiempo

(PRIMER ÁCIDO + ADHESIVO)
 Resistencia de unión de aproximadamente 20 MPa

Figura 3 Cuadro elaborado con información de revisión bibliográfica (9)

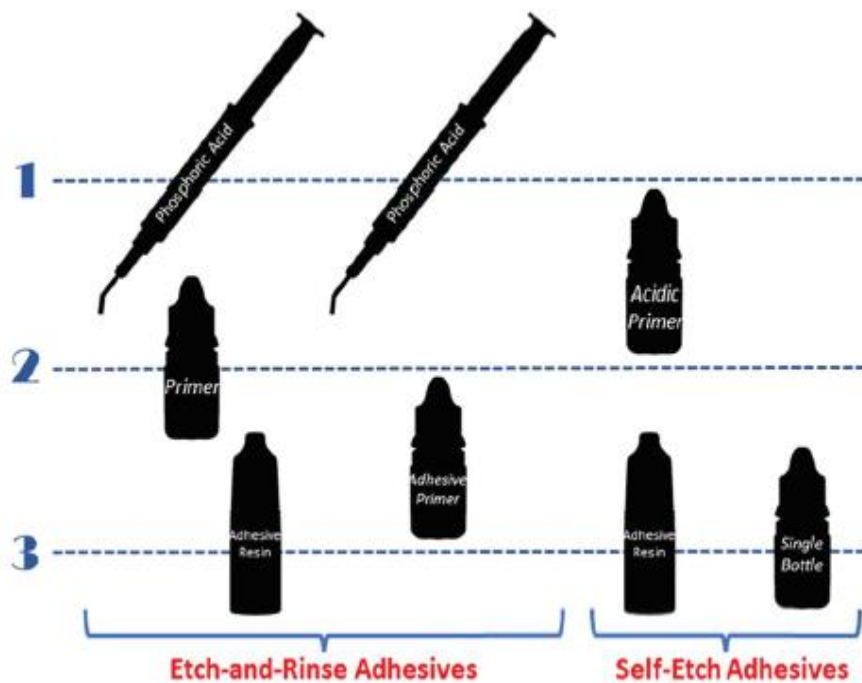


Figura 4 Clasificación de los sistemas adhesivos dentales según su protocolo de aplicación clínica: grabado total, cuarta y quinta generación; autograbado sexta y séptima generación. (6)

1.5 Adhesivos con relleno

Una nueva premisa de adhesivos odontológicos es el uso de rellenos de adhesivos. Teóricamente, el relleno de adhesivos ofrece dos ventajas. Primero, Tay y colaboradores en 1999 presentan la hipótesis sobre si el relleno es lo suficientemente pequeño para penetrar los espacios interfibrilares, las propiedades mecánicas de la capa híbrida pueden ser reforzadas, resultando en una unión fuerte.

Sin embargo, investigaciones publicadas por Perdigao y Van Meerbeek en 1998 muestran que los nanorellenos no penetran estos espacios, los cuales son de solamente 20 pm, pero forman racimos por agregación.

La segunda ventaja puede ser que, adicionando rellenos, el adhesivo se hace altamente viscoso y por este motivo se forma una capa adhesiva más gruesa. Las capas gruesas permiten propiedades adecuadas de curado con luz ya que eliminan la posibilidad de inhibición de la polimerización por presencia de oxígeno. (14)

1.6 Barrillo dentinario

En 1961 Boyde describió la presencia de una capa orgánica que contenía partículas de apatita en la superficie del esmalte desgastado, (6) a lo que nombró barrillo dentinario, el cual es una fina capa amorfa compuesta por colágeno degradado, bacterias y restos inorgánicos del esmalte y la dentina que queda en las superficies dentales debido al uso de instrumentos rotatorios de corte o abrasión, estos se unen a la dentina intertubular y penetran en los túbulos dentinarios. El espesor del barrillo dentinario puede variar entre 1 y 5 μm . (14)

Las capas de barrillo dentinario son creadas cuando el procedimiento de corte y/o abrasión es realizado sin refrigeración con agua, o cuando son utilizadas puntas de

diamante de grano grueso, al contrario de instrumentos rotatorios de carburo de tungsteno. (7)

La aplicación de ácido fosfórico en la superficie de la dentina elimina el barrillo dentinario, desmineraliza la dentina 7,5 μm y expone las fibras de colágeno. Los cambios producidos en el contenido mineral del sustrato modifican la energía libre superficial de la dentina haciéndola más receptiva al adhesivo. (7)

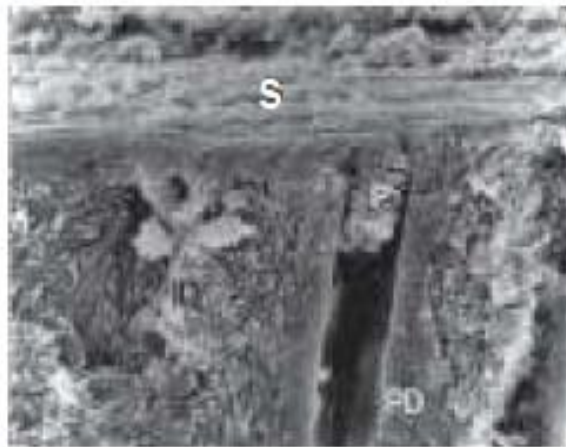


Figura 5 Vista lateral de un túbulo dentinario. En detalle la dentina peritubular (PD) y el tapón de barrillo dentinario obliterando el túbulo(P). En la parte superior hay barrillo dentinario (S). (7)

1.7 Capa inhibida de oxígeno

La capa inhibida de oxígeno tiene un espesor de hasta 40 μm , esta capa se compone principalmente de monómeros residuales que quedan libres en la superficie después de la fotopolimerización del material, otorgando una consistencia blanda y pegajosa. Ésta se forma debido al aumento de la afinidad de los radicales libres de los monómeros hacia el oxígeno. (15)

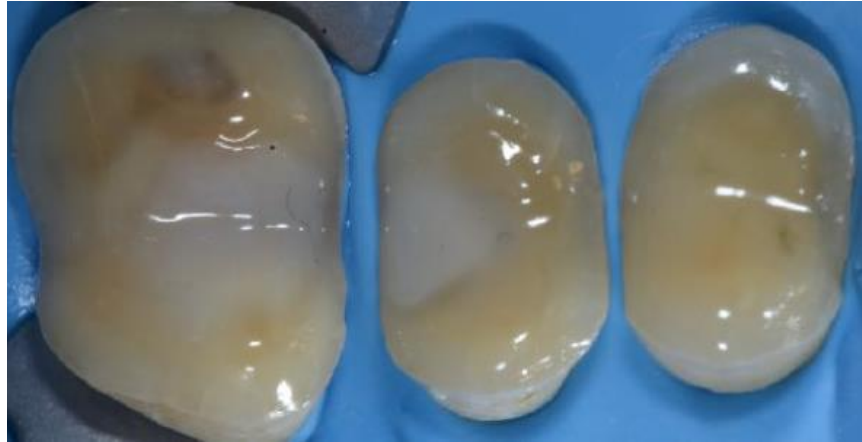


Figura 6 Capa inhibida de oxígeno (capa brillante) (16)

1.8 Capa híbrida

Descrita por Nakabayashi en 1982, quien la define como la penetración de la resina a través de los microespacios que quedan entre las fibras de colágeno desnaturalizadas y expuestas por la acción del ácido en la superficie dentinaria y que, tras polimerizar, quedan atrapadas en ella. (17) estableciendo una adhesión retentiva micromecánica. Las extensiones y micro extensiones de resina se forman a partir de la penetración de la resina en los túbulos dentinarios y canalículos, complementando la adhesión y el sellado. Esta capa constituye una zona intermedia entre la dentina y la restauración, mide aproximadamente de 3-6 μm . (6)

La capa híbrida puede debilitarse superficialmente como consecuencia del menor contenido de resina de las fibras de colágeno compactadas. Se ha demostrado que los defectos estructurales y una debilidad intrínseca de la capa híbrida están asociados con las condiciones de manejo del sistema adhesivo. El precurado del sistema adhesivo es totalmente compatible con la aplicación de restauraciones directas de composite, sin embargo, plantea varios problemas cuando se aplica durante la cementación de restauraciones indirectas debido a los espesores del sistema adhesivo curado que pueden variar significativamente según la geometría de la superficie, en promedio de 60 a 80 μm en una superficie convexa y hasta de 200 a 300 μm en estructuras cóncavas como chaflanes marginales. (2)

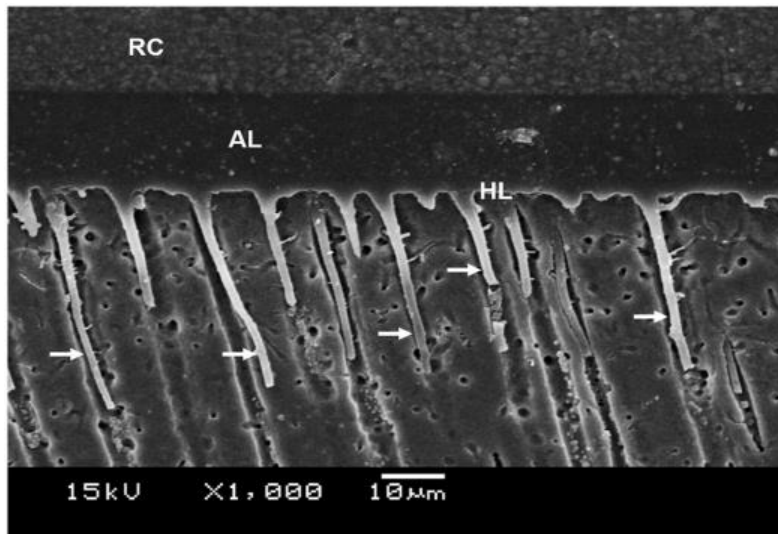


Figura 7 Imagen de microscopía electrónica de barrido de la interfaz de unión dentina-adhesivo obtenida mediante un sistema adhesivo de quinta generación aplicado sobre dentina grabada con ácido. RC: compuesto de resina; AL: capa adhesiva; HL: capa híbrida; las flechas indican etiquetas de resina. (6)

1.9 Mecanismos de degradación de la capa híbrida

1.9.1 Hidrolisis (degradación hidrolítica)

El proceso de degradación de la interfaz adhesiva está asociado con la acción del agua en los componentes resinosos (degradación hidrolítica). Además, el deterioro marginal de las restauraciones contribuye al deterioro de la capa híbrida; y su longevidad es dependiente de la integridad de las fibras de colágeno. La polimerización inadecuada de monómeros también ha sido relacionada a una interfaz adhesiva menos durable, pues está conectada con una mayor permeabilidad, dando por resultado el movimiento de fluido en la interfaz. El movimiento de fluido acuoso en el interior de la capa híbrida promueve el debilitamiento del polímero, así como también se crean canales de penetración de agua debido a la porosidad en la interfaz de unión, caracterizando la nanofiltración. Estos canales se ramifican, formando varias vías de difusión llamadas *water-trees*. Así, podemos decir que la capa híbrida se comporta como una membrana

permeable, permitiendo el movimiento de agua en la interfaz adhesiva. Esta situación está fuertemente relacionada con los sistemas adhesivos simplificados (primer y adhesivo juntos) que contienen elevados niveles de monómeros hidrofílicos que permiten la formación de poros en la interfaz adhesiva, y como consecuencia la capa híbrida se vuelve permeable. (18)

Autores concluyeron que el agua es el principal causante de la degradación de la capa híbrida (hidrolisis) y por ello debemos considerar dos aspectos:

1. Control de la humedad con aislamiento absoluto.
2. Mantenimiento de la humedad en la dentina con solventes y métodos para conservar la humedad en dentina.

1.9.1.1 Solventes y humedad de la dentina

El sustrato dentinario, es naturalmente un medio húmedo por la presencia de fluido tubular. Cuando se utiliza un agente ácido para acondicionar sustrato dentinario, se logra la remoción de la capa de barrillo dentinario y dentina peritubular, además se incrementa la apertura de los túbulos dentinarios del 10 al 25% y esto favorece que se aumente la presencia de humedad.

Es muy difícil mantener seca la dentina porque existe continuo fluido a través de los túbulos dentinarios. Para ello se pensó en la incorporación de agentes solventes volátiles que permitirán con más facilidad la humectación de la dentina por los monómeros hidrofílicos. (10)

El solvente es un vehículo altamente volátil que transporta los monómeros de los *primers*, mejoran la humedad y la penetración de los monómeros hidrofílicos e hidrofóbicos. Después de la infiltración de la malla colágena expuesta, el solvente ha hecho el trabajo necesario y debe ser removido por evaporación. (14)

La incorporación de agentes solventes volátiles como acetona o alcohol, actúan levantando el agua por presión y favorecen la volatilización del agua. La mezcla de acetona-resina o de alcohol-resina, al contacto con agua, reduce la tensión superficial de la dentina humectando el área cubierta por la humedad y empuja hacia afuera el agua al mismo tiempo en que los monómeros actúan sobre la superficie. (10)

Este fenómeno se forma cuando se establece un equilibrio entre las funciones del *primer*, del agua y de la resina adhesiva.

El remanente del agua y del agente volátil en el *primer*, son eliminados por secado dejando una capa de *primer* sobre el sustrato dentinario, que favorece el contacto de la resina adhesiva y evita la interacción con agua.

La presencia de agua en el sustrato dentinario se vuelve necesaria al utilizar estos sistemas adhesivos, ya que ayuda a estabilizar la superficie desmineralizada de dentina después del grabado con ácido y evita que exista un colapso de las fibras de colágena.

Con estos sistemas adhesivos, se debe evitar efectuar un secado muy agresivo. (10)

1.9.1.2 Acetona

La acetona es un agente secante químico que no tiene la capacidad de volver a humedecer la superficie de la dentina deshidratada. Esto significa, que no es capaz de expandir e infiltrar la malla de colágeno colapsada. (14)

1.9.1.3 Agua

El agua como solvente en los agentes dentinarios es el extremo opuesto de la acetona. Ésta tiene una capacidad excelente de rehumedecer y por lo tanto es

capaz de infiltrar y expandir la malla de colágeno colapsada. Consecuentemente, los agentes dentinarios a base de agua deben ser usados sobre dentina seca.

Usándolos sobre dentina húmeda; pueden producir un sobrehumedecido dificultando el sellado completo de los túbulos dentinarios. (14)

1.9.1.4 Etanol

Como solvente en los agentes dentinarios, están localizadas entre la acetona y el agua. Tiene la capacidad para trabajar sobre dentina seca o mojada. (14)

1.9.1.5 Métodos para conservar la humedad dentinaria

Hay formas clínicas para resguardar la humedad dentinaria necesaria antes de la aplicación de los sistemas adhesivos:

1) Después del lavado del ácido, el exceso de agua puede ser removido con aire comprimido, método más referenciado en la literatura.

2) A través del uso de bolas de algodón, filtros de papel absorbente y uso de cánulas de succión endodóntica acopladas al eyector. (7)

1.9.2 Metaloproteinasas (degradación enzimática)

Las metaloproteinasas son proteínas de la matriz extracelular, que forman un conjunto de enzimas que actúan en diferentes procesos fisiológicos y patológicos que se desarrollan en los tejidos vivos. (19) Estas enzimas se encuentran en la dentina en estado inactivo y están presentes desde la dentinogénesis, donde tomaron activamente su primera función organizando la matriz orgánica donde luego se desarrollaría histológicamente el diente, y finalmente se formaría y mineralizaría la dentina, para luego quedarse incrustadas en estado inactivo en la estructura orgánica dentinaria. (20)

Han sido identificados cuatro tipos de metaloproteinasas (MMP) en la dentina, segregadas por odontoblastos: MMP-2 y MMP-9 (gelatinasas), MMP-8 (colagenasa) y MMP-20 (enamelisina), todas ellas son responsables de la degradación de las fibras de colágena expuestas durante el proceso de acondicionamiento de la dentina, las metaloproteinasas (MMP) se encuentran encapsuladas por cristales de hidroxiapatita en la dentina intacta, de manera que cuando este tejido es sometido a un ambiente ácido (por su metabolismo altamente relacionado al pH) como el proceso de acondicionado, no importando si es por gel ácido o monómeros ácidos, sufre desmineralización, liberándose las metaloproteinasas (MMP) de los cristales de hidroxiapatita e iniciando el proceso de degradación de las fibras de colágeno. (11)

Las metaloproteinasas dependen de la interacción con el Zinc para permanecer en latencia activadas (20) y pueden degradar progresivamente las fibrillas de colágeno que no estaban completamente envueltas por la resina adhesiva y, en consecuencia, pueden aumentar el contenido de agua dentro de la capa híbrida, lo que lleva al deterioro de la unión entre la dentina y la restauración. (6)

La utilización de adhesivos autocondicionantes en dentina, tienen la capacidad de desmineralizar la dentina superficialmente y esta región desmineralizada es infiltrada por monómeros resinosos, lo cual impide que queden fibrillas expuestas sin estar recubiertas por el adhesivo, esto trae una reducción de actividad de las metaloproteinasas.

1.9.2.1 Agentes inhibidores de metaloproteinasas

Entre los agentes inhibidores se encuentra la clorhexidina, además de actuar sobre las metaloproteinasas (MMP), y del efecto antibacteriano, inhibe la quelación de zinc (Zn), ion que necesitan las metaloproteinasas (MMP) para llevar a cabo su acción degradatoria. (11)



Figura 8 Consensus clorhexidina (44)

1.10 Colapso de fibras de colágeno

En 1992, Kanca y Gwinnett informaron que la fuerza de adhesión de la dentina podría mejorarse si la superficie se mantuviera visiblemente húmeda durante los procedimientos adhesivos. (21)

La humedad residual del sustrato dentinario, previamente a la aplicación de los sistemas adhesivos, tiene un papel fundamental en la permeabilización de los monómeros resinosos en la dentina grabada. La matriz orgánica, en especial el colágeno, expuesto por el grabado ácido, sin la sustentación promovida por los cristales de hidroxiapatita, colapsa en la ausencia de humedad. Por tanto, en estas circunstancias, la permeabilidad dentinaria queda reducida y la infiltración de los monómeros resinosos hidrofílicos en los espacios interfibrilares es superficial y queda perjudicada, lo que compromete la formación de la capa híbrida. (7)

Si la dentina grabada se deja ligeramente húmeda durante los procedimientos adhesivos, se conservarán los espacios interfibrilares, lo que mejorará la difusión de los monómeros del *primer* y del adhesivo en el sustrato y favorecerá el proceso de hibridación (6) , para ello la dentina no debe estar demasiado seca, ni demasiado húmeda pues limitaría la penetración de la resina, dando lugar en ambos casos

como resultado una incompleta infiltración de monómeros dentro de la matriz intertubular desmineralizada a zonas de red de colágeno sin infiltrar por resina susceptibles de hidrólisis y por tanto serían zonas por donde se podría producir el fracaso de la restauración. (21)

Los adhesivos basados en agua pueden usarse cuando la dentina se ha desecado, en este caso el componente acuoso del adhesivo, reexpande la red de colágeno, pero la red de colágeno no se reexpande como originalmente está, con lo que también se producen zonas donde el *primer* no llega. (21)

El exceso de agua también tiene efecto negativo en la infiltración del adhesivo, pues actúa como barrera física e impide la penetración de este; y puede causar la dilución de material, lo que dificulta la polimerización en el interior de la capa híbrida. Las capas de adhesivos menos polimerizadas tienden a absorber más agua a lo largo del tiempo y consecuentemente se degradan. (7)

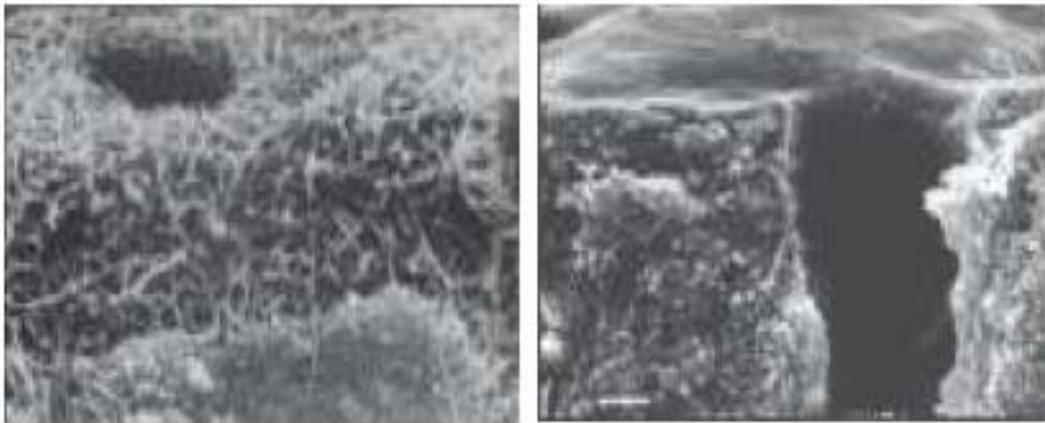


Figura 9 Microfotografías electrónicas de barrido. A la izquierda, una dentina desmineralizada evidenciando espacios entre las fibrillas de colágeno por donde habrá permeabilidad de monómeros. Es visible la desembocadura del túbulo dentinario. A la derecha muestra el colapso de las fibrillas de colágeno, que después de ser expuestas por el grabado ácido fueron secadas. (7)

1.11 Mecanismos de adhesión a esmalte y dentina

1.11.1 Adhesión a esmalte

Buonocuore, en 1954, introdujo uno de los mayores avances en la odontología, la adhesión mediante la aplicación previa de una solución de ácido fosfórico, para lograr el grabado ácido del esmalte, procedimiento que desmineraliza y disuelve selectivamente la matriz inorgánica de hidroxiapatita del prisma del esmalte, creando de esta manera las microporosidades. (22)

Los mejores resultados se han obtenido utilizando ácido fosfórico en concentraciones entre 32 % y 37 %. Cuando el esmalte es acondicionado con esta sustancia ácida se produce una reacción ácido - base que desmineraliza y produce una pérdida irreversible de tejido superficial de $\pm 10\mu\text{m}$ de profundidad, con formación de sales solubles de fosfato de calcio. Dichas sales luego son eliminadas mediante el procedimiento de lavado, quedando una superficie de energía superficial alta. (22)

De acuerdo con la disposición de los prismas, al tipo y tiempo de acción del ácido utilizado, se generan diferentes tipos o Patrones de Acondicionamiento

Adamantino:

- a) Patrón Tipo I: el ácido desmineraliza los cristales de hidroxiapatita del centro de los prismas, permaneciendo insoluble la periferia.
- b) Patrón Tipo II: el ácido desmineraliza los cristales de hidroxiapatita de la periferia, permaneciendo insoluble la zona central.
- c) Patrón Tipo III: si el acondicionamiento con ácido fosfórico entre 32 y 37% supera los 30 segundos el patrón se caracteriza por una mayor pérdida de tejido superficial, dejando menor superficie respecto de los patrones I y II.

Los patrones ideales son el I y II, esto es justificado porque en el patrón III se obtiene un área donde se pierde la morfología prismática.

Una técnica adecuada de acondicionamiento de esmalte proporciona:

- 1) Mejor adaptación de los sistemas resinosos a las paredes de las preparaciones cavitarias.
- 2) Disminución de la filtración marginal, de la pigmentación superficial, y del riesgo de caries secundaria.

El esmalte ya acondicionado, lavado y secado expresa su elevada energía superficial, lo que favorecerá su humectación con un líquido de baja tensión superficial (sistemas adhesivos). Ese líquido está constituido por monómeros, de fluidez suficiente para lograr la impregnación óptima del sustrato, que luego de su polimerización permitirá su retención micromecánica. (22)

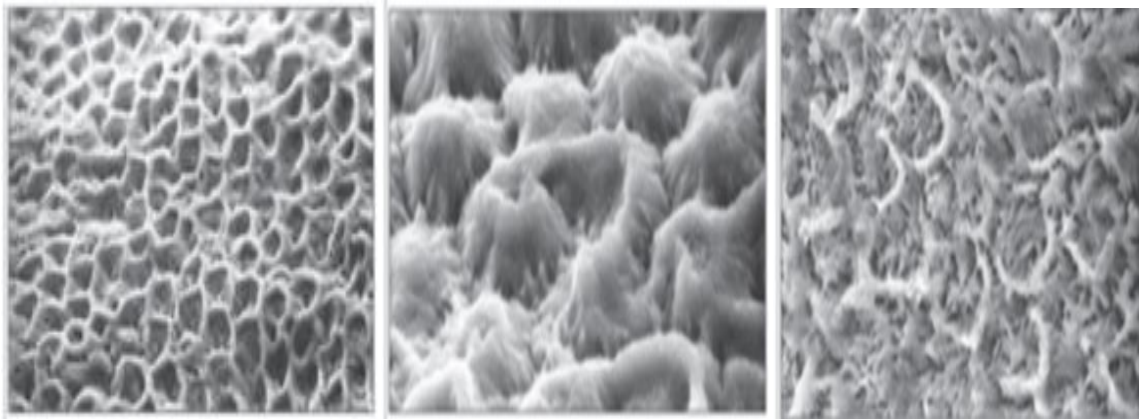


Figura 10 Grabado ácido visto por microscopía electrónica de barrido (MEB).
Patrón I, Patrón II y Patrón III (22)

1.11.2 Adhesión a dentina

La adhesión a dentina se logra debido a la formación de la capa híbrida, que es responsable de la adhesión micromecánica de los materiales a base de resinas. (22)

La adhesión a la dentina se ha considerado más difícil y menos predecible que la adhesión al esmalte. Una de las razones es que la dentina está íntimamente conectada con el tejido pulpar por medio de numerosos túbulos llenos de líquido, el cual se desplaza a través de la dentina, desde la pulpa a la unión amelodentinaria.

Luego de varios años de desarrollo de diversos mecanismos para lograr adhesión eficaz a dentina, se realizó un consenso en la necesidad de realizar tres acciones sucesivas o simultáneas que permitan:

- 1) Exponer las fibras de colágeno de la dentina intertubular, a lo que se llama acondicionar, e involucra una sustancia ácida. (ácido grabador)
- 2) Impregnar esa red expuesta con monómeros hidrofílicos (primer)
- 3) La aplicación de monómeros hidrofóbicos (adhesivo). (22)

La idea para colocar adhesivo a la dentina desmineralizada es la de infiltrar los espacios ocupados por agua entre las fibrillas colágenas con monómeros hidrofílicos y luego reemplazar el agua por matriz orgánica polimerizable (monómero hidrofóbico). Después de reemplazar el agua entre las fibrillas colágenas por el *primer*, el solvente del *primer* es removido con secado de aire. Con el sistema multibotellas, el próximo paso es aplicar un adhesivo libre de solvente que contiene menos monómeros hidrofílicos (en otras palabras, más hidrofóbico). (14)

Un acondicionamiento ácido excesivo para el acondicionamiento de la dentina formará una zona de dentina desmineralizada profunda, lo que conduciría a una infiltración incompleta por parte de los monómeros de resina. El grosor de la capa híbrida se correlaciona directamente con el tiempo de grabado. El aumento del tiempo de grabado desmineraliza la dentina a una profundidad mayor que la que los monómeros de resina podrían penetrar, produciendo una capa híbrida gruesa y mal infiltrada. La reducción del tiempo de grabado reduce la profundidad de la zona desmineralizada y puede ser eficaz para lograr una penetración completa y sellar la dentina. (22)

CAPÍTULO 2 RESIN COATING

2.1 Resin coating: Introducción.

A principios de la década de 1990, Nikaido propuso la técnica *resin coating*, en donde se aplicó una combinación de un sistema adhesivo a dentina y resina fluida, justo después del tallado dental y antes de tomar la impresión, (23) lo que produjo una capa híbrida y una película de sellado hermético en la superficie de la dentina. (12)

El *resin coating* permite proteger y cubrir la dentina preparada inmediatamente después de la preparación de la cavidad, a través de la formación de una capa híbrida, (24) lo que reduce la hipersensibilidad postoperatoria, mejorar la fuerza de adhesión a la dentina de un cemento de resina y proporcionar una buena adaptación y sellado marginal. (12)

Estudios han demostrado que las fuerzas de unión relativamente bajas de los cementos de resina a la dentina pueden dar como resultado una mala adaptación interfacial de las incrustaciones, para ello se determinó si la adaptación interfacial de estas incrustaciones podría mejorarse mediante la aplicación de un sistema adhesivo y una resina a las paredes de la cavidad preparada (25) y se logró la

observación de menos espacios en la interfase entre la dentina con *resin coating* ($7,1 \pm 3,5$) que el de los dientes sin recubrimiento ($85,7 \pm 6,7$). (25)

Implementar la técnica *resin coating* sobre la preparación generó inquietudes sobre el grosor del recubrimiento y las posibles interferencias con el asentamiento completo de la restauración. Este dilema se resolvió mediante la secuencia adecuada del procedimiento y la colocación del material de recubrimiento antes de tomar la impresión. (26)

En la selección del sistema adhesivo como material de *resin coating*, la protección de la dentina y el tejido pulpar es muy importante, por lo tanto, los sistemas adhesivos de autograbado, Clearfil SE Bond ® son los materiales preferidos para esta técnica, en lugar de un sistema adhesivo de grabado total. (12)

Este sistema adhesivo no tiene relleno, por tal motivo como tercer paso después del polimerizado del adhesivo se debe aplicar una pequeña capa de resina fluida (55% a 80% de relleno) y así cumplimos el requisito de la técnica: Tener una capa híbrida gruesa, y la última capa hidrófoba. (3)

A su vez, estudios han demostrado que los sistemas adhesivos de autograbado se pueden utilizar para restauraciones de composite debido a su capacidad para proporcionar una alta fuerza de adhesión a la dentina y un sellado marginal eficiente. (27)

2.1.2 Clearfil SE Bond ®

El avance más significativo en la tecnología de adhesivos de autograbado se produjo en 1981, cuando la empresa japonesa Kuraray sintetizó y patentó el monómero funcional 10 - metacriloloxidecil dihidrógeno fosfato (10-MDP). (6)

El principal representante de la sexta generación de sistemas adhesivos es un producto basado en 10-MDP denominado Clearfil SE Bond ® (Kuraray). Este agente adhesivo presenta un gran rendimiento clínico, con bajas tasas de hipersensibilidad postoperatoria, siendo considerado como el estándar de oro para los adhesivos de autograbado. (6)

Clearfil SE Bond ®, es el adhesivo de autograbado de alto rendimiento, es conocido por su excelente sellado marginal gracias a su potente resistencia a la hidrólisis gracias a tres propiedades:

1. El monómero MDP establece una unión química estable entre el adhesivo y la estructura dental – resistente a la hidrólisis.
2. El autograbado suave evita que la hidroxiapatita se elimine por completo de las fibras de colágeno, protegiéndolas de la degradación hidrolítica.

El MDP ofrece excelencia probada en adhesión. El grupo hidrófilo del monómero adhesivo crea una fuerte unión química con el calcio y la hidroxiapatita. (6) Las sales insolubles de MDP-Ca contribuyen a la protección de las fibras de colágeno. (28) Como los cristales de hidroxiapatita permanecen en la capa híbrida después del suave autograbado, el adhesivo establece una capa híbrida estable. Se crea la disolución superficial de HAp (-1 μ m) lo que garantiza una desmineralización suficiente para crear una fina capa híbrida de 0,5 a 1,5 μ m. (6)



Figura 11 Clearfil SE Bond ® (38)

La interacción de los monómeros a base de fosfato, como el 10-MDP, con los tejidos dentales duros encaja en el concepto de adhesión - desmineralización, donde se lleva a cabo un proceso de dos fases cuando se aplican a la dentina agentes ácidos.

- 1) En la primera fase, el ácido formará enlaces iónicos al calcio en la superficie de hidroxiapatita (HAp)
- 2) En la segunda fase, dependiendo de la velocidad de disolución de sus respectivas sales de calcio, los ácidos permanecerán unidos a hidroxiapatita (HAp), causando una descalcificación limitada, lo que conducirá a una desmineralización significativa. (6)

Un monómero ácido como MDP en Clearfil SE Bond®, disuelve el barrillo dentinario y desmineraliza la dentina subyacente, lo que da como resultado un leve grabado de la superficie. La aplicación adicional de la resina de micro relleno de baja viscosidad puede proteger y promover la polimerización del adhesivo subyacente, lo que resulta en un aumento de la fuerza de unión. (25)

2.2 Materiales

- Aislamiento absoluto
- Microbrush
- *Primer* Clearfil SE Bond®
- Adhesivo Clearfil SE Bond®
- Resina fluida
- Glicerina
- Lámpara de fotopolimerización
- Fresas de grano grueso
- Piedra pómez
- Cepillos de profilaxis (3)

2.3 Protocolo de *Resin Coating* con sistema adhesivo de autograbado de dos pasos.

Se aconseja que la preparación dental se realice con aislamiento absoluto en la mayoría de los casos debido a que reduce la humedad relativa del ambiente oral, (3) creando mejores condiciones para la evaporación de los solventes presentes en los sistemas adhesivos (13)

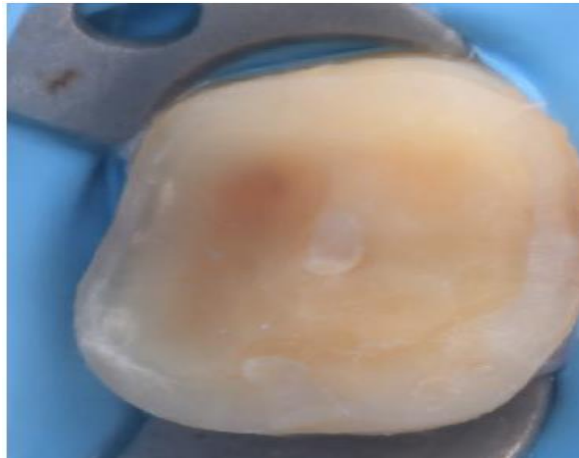


Figura 12 Aislamiento absoluto. (3)

Las características de la capa de barrillo dentinario creada en la superficie de las sustancias dentales por el corte con fresa se ven afectadas por el tipo de fresa utilizada para la preparación. La aplicación de *resin coating* a la superficie de la dentina preparada solo con una fresa de punta de diamante gruesa no produce una fuerza de unión adecuada porque se ha creado un barrillo dentinario grueso en la interfaz de unión. La superficie de la dentina debe acabarse lo más uniformemente posible con una fresa redonda de tungsteno para eliminar caries y una fresa de acabado con punta de diamante fina para preparar un diente pilar. (29)



Figura 13 Fresas de diamante de grano grueso y fresa de carburo de tungsteno (45)

- 1) Aplicar el *primer* ácido Clearfil SE Bond ®, frotar de forma rigurosa aproximadamente 30 segundos. Luego aplicar una corriente de aire a una distancia de 20 cm. sin reseca la superficie. (3)



Figura 14 Aplicación de *primer* ácido, Clearfil SE Bond ®. (3)

- 2) Aplicar el adhesivo, Clearfil SE Bond ®, suavemente sin frotar, asegurarse de colocar en toda la superficie de la dentina de manera uniforme. (3)



Figura 15 Aplicación de adhesivo Clearfil SE Bond ® (3)

- 3) Fotopolimerizar durante 10 segundos, con 10 segundos de pausa para impedir el sobrecalentado, y posteriormente terminar de fotopolimerizar por 10 segundos. (2)

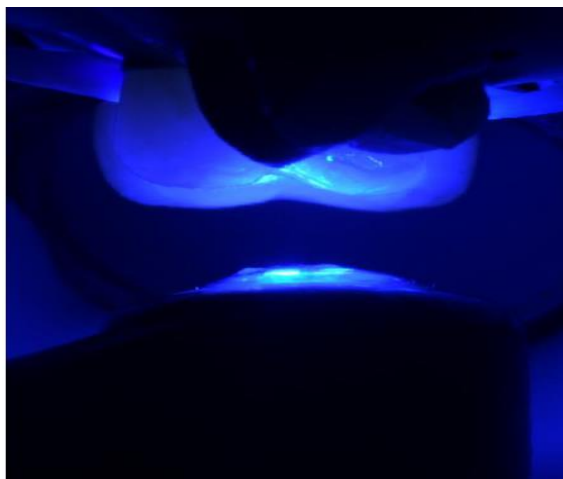


Figura 16 Fotopolimerización de adhesivo Clearfil SE Bond ® (3)

- 4) Aplicar una capa de resina fluida sobre toda la superficie del adhesivo que se colocó previamente sobre la dentina. Tener cuidado en no hacer una capa muy gruesa que pueda alterar el espacio de la preparación a nivel oclusal. (3) La combinación deseada que garantizará una adhesión y polimerización

óptimas con una capa de *resin coating* es aquella que combina un sistema de autograbado de dos pasos con un compuesto de resina de baja viscosidad (resina fluida). (29)

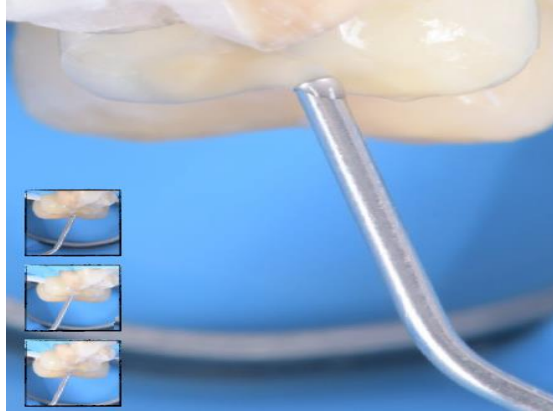


Figura 17 Aplicación de resina fluida. (3)

- 5) Volver a fotopolimerizar durante 10 segundos, con 10 segundos de pausa para impedir el sobrecalentado, y posteriormente terminar de fotopolimerizar por 10 segundos. (2)

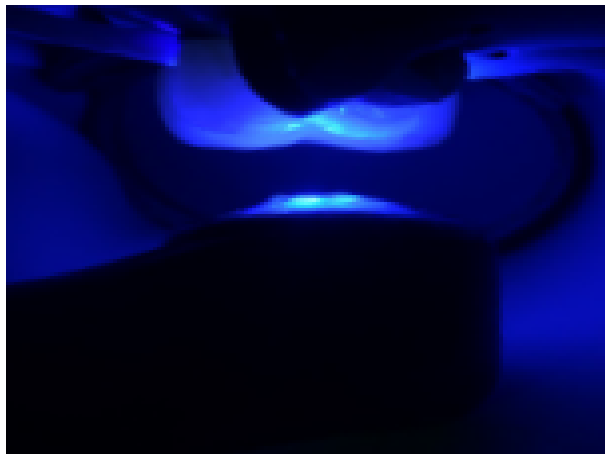


Figura 18 Fotopolimerización de resina fluida (3)

- 6) La capa brillante, es la capa inhibida por el oxígeno, que puede ocasionar interacciones, por ello es necesario aplicar glicerina en toda la superficie del adhesivo. (3)



Figura 19 Capa inhibida de oxígeno y glicerina. (3)

- 7) Fotopolimerizar 10 segundos. (3)

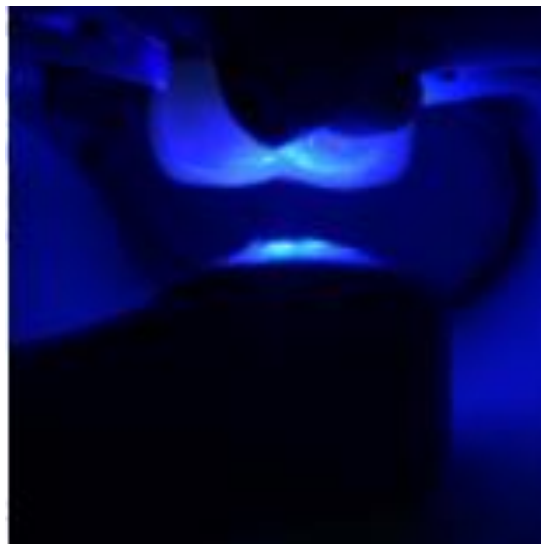


Figura 20 Fotopolimerización de resina fluida recubierta con glicerina (3)

- 8) Retirar la glicerina y lavar con abundante irrigación. (3)



Figura 21 Retiro de glicerina (3)

- 9) La eliminación de la capa de inhibición de oxígeno sobre el material de revestimiento polimerizado evita la interacción de la capa de revestimiento con el material de impresión (12) por ello hay que frotar un poco en toda la superficie con un cepillo de profilaxis con piedra pómez y agua, tener cuidado en no frotar muy fuerte, sólo retirar cualquier zona de la capa inhibida que quedó en la superficie y posteriormente lavar. (3)

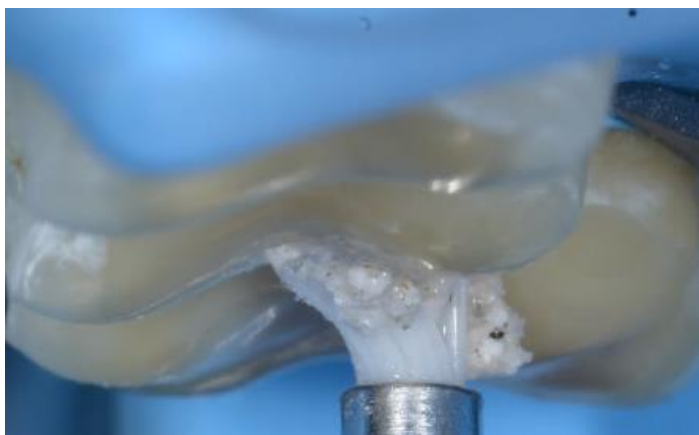


Figura 22 Limpieza de superficie con piedra pómez. (3)

- 10) Como paso final debemos retirar de la periferia del esmalte todo el adhesivo o remanentes de adhesivo que invadieron el esmalte al momento de la aplicación. Se recomienda el uso de fresas de grano grueso para tener el control del desgaste. (3)



Figura 23 Eliminación de residuos de *resin coating* en esmalte. (3)

2.3.1 Ventajas

- 1) La combinación del adhesivo de autograbado de dos pasos y una resina de baja viscosidad (resina fluida) podría proporcionar la mayor fuerza de unión del cemento a la dentina. (12)
- 2) La aplicación adicional de una resina de baja viscosidad juega un papel importante en la técnica de *resin coating*. Un compuesto de resina fluida puede proteger el sistema de unión a la dentina del desgarro durante la extracción de la restauración temporal. (12)
- 3) Mejora la polimerización del adhesivo a través de la difusión de sus radicales libres que polimerizan la resina sin curar en la capa inhibida por oxígeno. (12)
- 4) La capa de resina fluida en la técnica de *resin coating* evitaría posibles interacciones adversas que se han informado entre los monómeros ácidos

residuales sin curar dentro del adhesivo de autograbado y la amina terciaria aromática derivada de los compuestos de resina de curado dual y químico. (12)

- 5) Considerando la forma de la cavidad, un factor de configuración relativamente alto puede contribuir a un alto estrés de polimerización durante la cementación con el método convencional, mientras que el *resin coating* puede actuar como un amortiguador de estrés y reducen el estrés de contracción de polimerización en el grupo de *resin coating*. (25)
- 6) Mejora el sellado interfacial general de los cementos de resina. (12)
- 7) Si las interfaces se degradan con el tiempo, una resina de baja viscosidad (resina fluida) protege la capa híbrida subyacente y preserva la integridad del sellado dentinario (30)

2.3.2 Desventajas

- 1) El recubrimiento de resina polimerizado de forma incompleta puede inhibir la reacción de polimerización de los materiales de impresión, lo que depende de la selección de los materiales. (12)
- 2) La combinación de un sistema de unión a la dentina y una resina de micro relleno de baja viscosidad crea una capa de recubrimiento gruesa, de más de 100 μm de espesor, sobre la superficie de la dentina. Un recubrimiento tan grueso no es adecuado para una preparación de corona, debido a la posibilidad de deformación de la preparación por el recubrimiento de resina. (12)

2.4 *Resin coating* en dientes tratados endodónticamente

La técnica de *resin coating* se puede aplicar no solo para las preparaciones de dientes vitales sino también para la dentina del conducto radicular del diente tratado endodónticamente. (29)

El objetivo de la obturación endodóntica es proporcionar un sellado apical eficaz para evitar la invasión bacteriana de la cavidad bucal a través de los conductos radiculares. Sin embargo, el sellado apical puede verse afectado negativamente por la fuga coronal una vez que la restauración coronal se pierde o se vuelve defectuosa. La disolución del sellador permite el acceso de fluidos periapicales y bacterias al conducto radicular. Los dientes fracturados y las restauraciones temporales con filtración se encuentran con frecuencia clínicamente, lo que puede dejar el relleno del conducto radicular abierto a la cavidad oral. Por lo tanto, la calidad del sellado coronal es muy importante para el éxito final de cualquier obturación del conducto radicular.

Para restauraciones adhesivas exitosas de dientes desvitalizados, es importante obtener una buena unión a la dentina tratada endodónticamente.

Ariyoshi y colaboradores en 2008 demostraron que el *resin coating* mejoró significativamente las fuerzas de unión de composite indirecto a la dentina del piso pulpar. (29)

CAPÍTULO 3 SELLADO DENTINARIO INMEDIATO

3.1 Sellado Dentinario Inmediato: Introducción.

Pascal Magne introdujo en 2005 una técnica que denominó Sellado Dentinario Inmediato (SDI). Este es un procedimiento clínico en el que se propone la obtención de una capa híbrida adherida a la dentina desde el primer momento en que el tallado dentario expone dicho tejido, luego del desgaste propio de la preparación dentaria. Esto contribuye a una disminución de la permeabilidad de la dentina expuesta y a una reducción de la sensibilidad postoperatoria, en un principio se propuso utilizar los de cuarta generación. (31) Magne propuso el sellado dentinario inmediato y comparte un concepto similar con la técnica de *resin coating*. (12)

3.1.1 OptiBond FL ®

Entre los sistemas adhesivos más fiables, OptiBond FL ® (Kerr) está particularmente indicado para la aplicación de sellado dentinario inmediato (IDS) debido a su capacidad para formar una capa consistente y uniforme (alrededor de 80 µm cuando se coloca sobre una superficie de dentina ligeramente convexa) (2), es un adhesivo que posee relleno (aproximadamente 50% de relleno) por eso se llama FL de la palabra *filler* y (16) esta capa de adhesivo crea una capa híbrida gruesa de 5 µm (32) , muy estable y resistente; es importante mencionar que esta última capa de adhesivo estará expuesta al medio bucal o tendrá contacto con el cemento provisional por lo tanto debe ser resistente para el proceso de limpieza. (16)

En 2014, Loguercio y colaboradores, evaluaron las propiedades mecánicas y de unión de sistemas adhesivos de tres pasos de grabado y lavado de Optibond FL ® (Kerr), el cual se considera el principal representante de los sistemas adhesivos de cuarta generación, y presenta los mejores resultados para todas las propiedades analizadas en comparación con los otros sistemas, entre ellos: mayor fuerza de unión, menor nanofiltración y absorción de agua y solubilidad. Este estudio confirma el consenso de la literatura de que Optibond FL ® es el estándar de oro para los adhesivos dentales de grabado y lavado. (6)

El modelo de adhesión resina – dentina debe ser la simulación de la unión amelodentinaria (30 a 50 MPa), y esta es la referencia mínima que se debe tener. Estudios revelan que OptiBond FL ® es el único sistema que ha demostrado no solo superar la fuerza de unión amelodentinaria sino también el que muestra mayor estabilidad con el tiempo. Un hallazgo destacado es el hecho de que OptiBond FL ® proporcione mejor rendimiento sin requerir revestimiento de resina fluida adicional, esto es porque su modo elástico es cercano al de una resina fluida con un relleno radiopaco (partículas de sílice y bario) (33)



Figura 24 OptiBond FL ® (39)

3.2 Materiales

- Aislamiento absoluto
- Microbrush
- Acido grabador
- *Primer* OptiBond FL ®
- Adhesivo Optibond FL ®
- Glicerina
- Lampara de fotopolimerización
- Fresas de grano grueso
- Piedra pómez
- Cepillos de profilaxis (16)

3.3 Profundidad de la preparación

Como se mencionó anteriormente, los espesores del sistema adhesivo pueden alcanzar varios cientos de micrómetros cuando se aplican a áreas cóncavas. Al usar el sellado dentinario inmediato, la capa adhesiva adicional a veces puede afectar

negativamente el grosor de la futura restauración. Esto es particularmente evidente en el caso de carillas de porcelana. (34)

Cuando los márgenes terminan en dentina, un marcado chaflán (0,7–0,8 mm) proporciona una definición de margen adecuada y suficiente espacio para el adhesivo y la restauración de superposición. Un chaflán poco profundo haría que la resina adhesiva sobresaliera del margen y comprometiera tanto la definición del margen como su espesor de porcelana. En otras ubicaciones axiales, la exposición de la dentina superficial proporciona solo un espacio limitado para los materiales de restauración, incluido el agente adhesivo. La aplicación y curado del sellado dentinario inmediato reduciría significativamente el espacio que queda para la reconstrucción de cerámica.

Teniendo en cuenta que una relación baja entre el espesor de la cerámica y el agente de cementación puede influir negativamente en la distribución de tensiones dentro de la porcelana, el sellado dentinario inmediato no está indicado para exposiciones de dentina muy superficiales. Por otro lado, las superficies de preparación más profundas (es decir, en el caso de preparaciones de inlay/onlay/overlay) pueden tratarse fácilmente con sellado dentinario inmediato antes de tomar la impresión porque queda suficiente espacio para el material de restauración. mantener una relación razonable de espesores entre la cerámica y el agente de cementación. (34)

3.4 Protocolo del Sellado Dentinario Inmediato con un sistema adhesivo grabado total de tres pasos

Este protocolo está diseñado para sellar la dentina inmediatamente después de la preparación dental, el esmalte se acondicionará el día en que se realice la cementación definitiva. (16)

En la realización del tallado podemos utilizar fresas de diamante o fresas de carburo de tungsteno. Las primeras permiten un desgaste de la superficie y, por lo tanto, generarán mayor cantidad de barrillo dentinario. Las segundas generan micro cortes y menor formación de barrillo dentinario que las anteriores. (31)

Este protocolo se describe con un caso clínico, en donde las restauraciones existentes, así como la severa erosión y desgaste inicial, llevaron a la realización de una preparación dental con hombro. Un chaflán gingival marcado siempre facilita la aplicación del sistema adhesivo. La unión inmediata a la dentina no sería posible en presencia de un chaflán ligero tradicional porque la capa de adhesivo tiende a pasar por encima del margen, creando una línea de acabado en filo de cuchillo y una definición de margen insuficiente. (34)

Se aconseja que la preparación dental se realice con aislamiento absoluto en la mayoría de los casos debido a que reduce la humedad relativa del ambiente oral (16) creando mejores condiciones para la evaporación de los solventes presentes en los sistemas adhesivos(13); y en preparación de coronas y carillas se aconseja el uso de hilo retractor. (2)



Figura 25 Hilo retractor y preparación dental. (34)

Un paso importante para la aplicación de sellado dentinario inmediato es la identificación de las superficies de dentina expuestas. Un método sencillo pero

eficaz consiste en realizar un grabado breve (2-3 segundos) y un secado completo de las superficies preparadas. La dentina se puede reconocer fácilmente por su aspecto brillante, mientras que el esmalte es escarchado. Después de este grabado inicial, se debe volver a preparar la superficie de la dentina (p. ej., raspando ligeramente con una fresa de diamante) para exponer una capa fresca de dentina y volver a grabar antes de la aplicación del sistema adhesivo. (34)

- 1) Aplicar ácido fosfórico al 37% estrictamente en dentina durante 15 segundos, lavar abundantemente, y posteriormente eliminar el exceso de agua. Se debe tener cuidado, ya que tanto el secado como la humectación excesivos pueden causar una unión inferior debido al colapso del colágeno. La eliminación del exceso de humedad se puede lograr mediante el uso de secado por succión, sin aplicar presión positiva a la dentina desmineralizada. Debe evitarse el contacto directo entre la dentina y la punta de succión. (34)

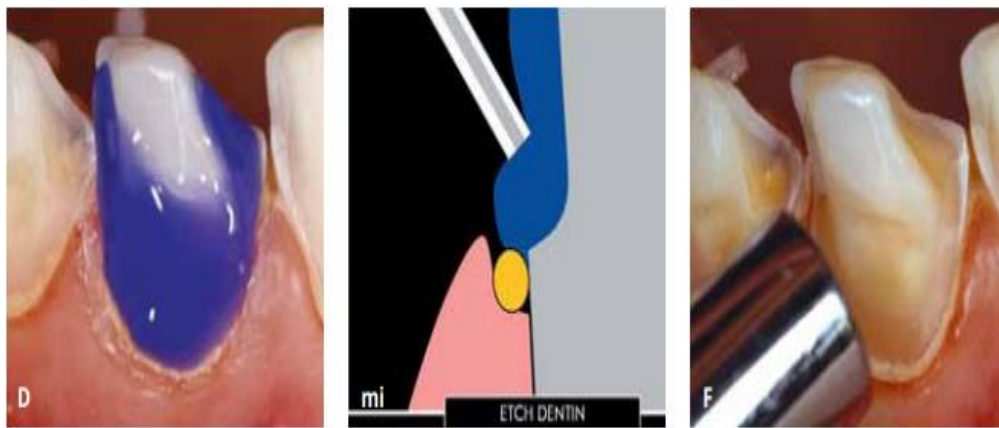


Figura 26 Grabado ácido y eliminación de exceso de humedad (34)

- 2) Aplicar clorhexidina al 0.12% con ayuda de un algodón estéril o microbrush, dejar actuar durante 30 segundos. (34)

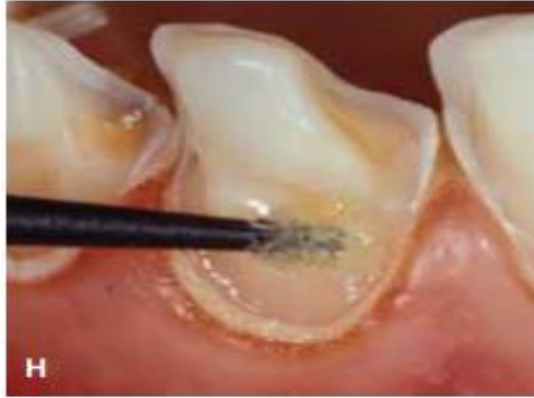


Figura 27 Aplicación de clorhexidina (34)

- 3) Para retirar los excedentes de agua y mantener la dentina húmeda se recomiendan dos alternativas: (2)
 - Colocar un algodón estéril o papel absorbente para retirar los excesos de agua
 - Uso de cánula de succión en forma de barrido

- 4) Aplicar *primer* (monómero hidrofílico, botella 1 en OptiBond FL®) con ayuda de un microbrush de forma activa (frotando) durante 20 segundos, ya que favorece la penetración del primer y se volatiliza con mayor facilidad los solventes. (34)

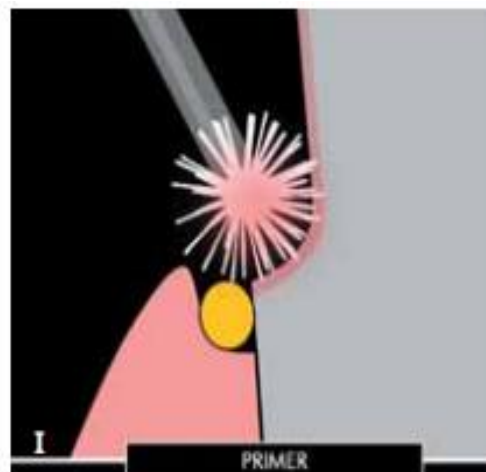


Figura 28 Aplicación de *primer* (34)

- 5) Aplicar aire de forma indirecta, el objetivo de esto es crear una corriente de aire, para que se volatilizan los solventes, alcohol en el caso del primer OptiBond FL®. (2)

- 6) Aplicar el adhesivo, botella 2 en OptiBond FL®, con precisión usando una gota de resina adhesiva en la punta de una sonda periodontal, sin aplicar una corriente de aire. Debe evitarse el contacto directo entre la dentina y la punta de la sonda. La sonda se utiliza para ayudar a extender el adhesivo a los bordes de la dentina expuesta. (34)

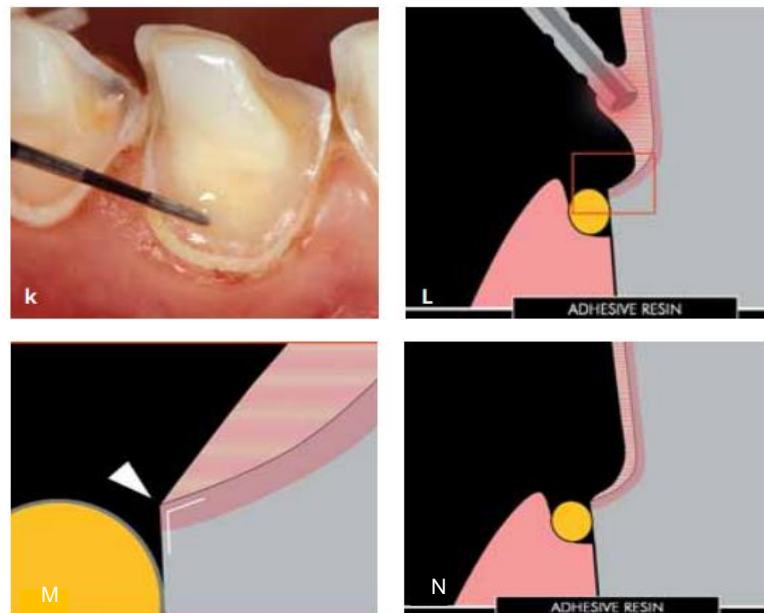


Figura 29 **K**, El adhesivo se aplica con precisión usando una gota de resina en la punta de una sonda periodontal. **L**, Se deja que el adhesivo se difunda a lo largo del chaflán. La punta de la sonda no debe acercarse al margen más de 0,5 mm para evitar tirar de la resina rectángulo rojo muestra una vista ampliada de los márgenes de dentina gingival vistos en la imagen. **M**, Debido al fenómeno de la tensión superficial, el adhesivo se extiende sobre la superficie de la dentina con *primer* pero se detiene en el borde afilado del margen. **N**, Debido al profundo chaflán original, la definición del margen no se ve afectada por la presencia de la capa adhesiva. (34)

- 7) Fotopolimerizar durante 10 segundos, con 10 segundos de pausa para impedir el sobrecalentado, y posteriormente terminar de fotopolimerizar por 10 segundos. (2)



Figura 30 Fotopolimerización del adhesivo dental (34)

- 8) Aplicar con un pincel una capa abundante de glicerina sobre la superficie de la dentina para disminuir la capa inhibida de oxígeno, y fotopolimerizar nuevamente durante 10 segundos para polimerizar la capa de inhibición de oxígeno y evitar la interacción del adhesivo de dentina con el material de impresión. (34)

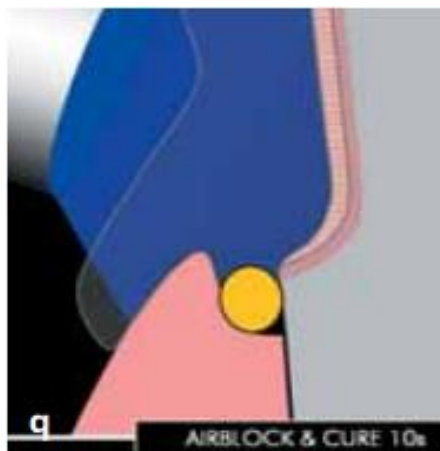


Figura 31 Aplicación de glicerina (34)

- 9) Retirar la glicerina y lavar con abundante irrigación, para posteriormente limpiar el sellado dentinario con piedra pómez, agua y cepillo de profilaxis, esto con la finalidad de eliminar los monómeros residuales de la capa inhibida de oxígeno. (2)

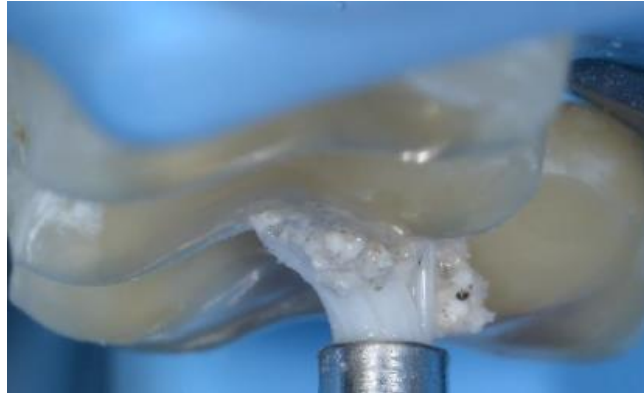


Figura 32 Limpieza del sellado con piedra pómez (16)

- 10) Después de la polimerización final de la capa de inhibición, y la limpieza con piedra pómez, los márgenes del esmalte generalmente se vuelven a preparar justo antes de la impresión final para eliminar el exceso de resina adhesiva y proporcionar una conicidad ideal. (2)



Figura 33 Eliminación de resina adhesiva del esmalte (16)

La técnica descrita anteriormente es aplicable a restauraciones cementadas anteriores y posteriores. (34)

3.4.1 Ventajas

- 1) La dentina recién cortada es el sustrato ideal para la adhesión a la dentina (2) ya que numerosos estudios manifiestan que la contaminación del complejo dentinario con sistemas de fijación provisionales, o su degradación por la interacción de la saliva, reduce el potencial de adhesión posterior cuando se fije la restauración final. (31)

- 2) La pre - polimerización del sistema de adhesivos da como resultado una fuerza de unión mejorada. En los estudios que evalúan la fuerza de unión del sistema de adhesivos, la resina infiltrante y la capa adhesiva generalmente se polimerizan primero (pre-polimerización), antes de colocar los incrementos de composite, lo que parece generar una fuerza de unión mejorada en comparación con las muestras en las que el sistema de adhesivos y el composite que la recubre se polimerizan juntos. Estos resultados pueden explicarse por el colapso de la capa híbrida de dentina-resina no polimerizada causado por la presión durante la colocación de la resina compuesta o la restauración. (2)

- 3) Evita que, al aplicar y polimerizar el sistema adhesivo inmediatamente antes de la inserción de una restauración indirecta, pueda interferir con el asentamiento completo de la restauración. En términos prácticos, por lo tanto, se recomienda que la resina adhesiva se mantenga sin curar antes de que la restauración esté completamente asentada.

Esto, a su vez, genera al menos dos problemas importantes:

- a) Mientras se inserta la restauración, el flujo de líquido dentinario dirigido hacia afuera diluye el agente adhesivo y bloquea las microporosidades en las que, de otro modo, habría penetrado la resina.
- b) La presión del composite de cementación durante el asentamiento de la restauración puede crear un colapso de la dentina desmineralizada (fibras de colágeno) y, posteriormente, afectar la cohesión de la interfaz adhesiva. (2)
- 4) Al momento de la cementación definitiva, no se corre riesgo de un grabado excesivo en la dentina, debido a que ha sido sellada previamente. (2)
- 5) Protege la dentina contra la fuga bacteriana y la sensibilidad durante la fase provisional del tratamiento. Con base en el hecho de que las restauraciones provisionales pueden permitir la microfiltración de bacterias y, posteriormente, la sensibilidad de la dentina. (2)
- 6) Preparaciones mínimamente invasivas (2)
- 7) Aspecto de preparación más lisa, debido al uso de adhesivo con relleno. (2)
- 8) Beneficios previos a los procedimientos de impresión analógica tradicional al impedir que los materiales de impresión puedan penetrar y permanecer dentro de los túbulos dentinarios, lo que puede afectar negativamente los procedimientos adhesivos. (31)
- 9) El clínico puede concentrarse en la "unión húmeda" a la dentina (para situaciones de grabado total), mientras que la unión del esmalte seco se puede realizar por separado en la etapa de cementación definitiva. (35)

- 10) La cementación de la restauración definitiva requiere anestesia limitada o nula (la dentina recubierta de resina es indolora), facilitando finalmente el ajuste oclusal. (35)

- 11) Simplifica procedimientos de cementación, debido a que en la cementación definitiva se acondiciona únicamente esmalte. (2)

- 12) El sellado inmediato de la dentina permite el desarrollo de la unión a la dentina sin estrés. La fuerza de unión a la dentina se desarrolla progresivamente con el tiempo, probablemente debido a la finalización del proceso de polimerización de los diferentes monómeros. Reis y cols. mostraron aumentos significativos en la fuerza de unión durante un período de 1 semana. En las restauraciones adhesivas colocadas directamente, la unión temprana más débil a la dentina se ve inmediatamente desafiada por la contracción del composite superpuesto y las fuerzas oclusales subsiguientes. Por otro lado, cuando se utiliza el sellado dentinario inmediato y restauraciones indirectas, debido a la colocación tardía de la restauración y la carga oclusal pospuesta, la unión a la dentina puede desarrollarse sin tensión, lo que da como resultado una adaptación de la restauración significativamente mejorada. (2)

3.4.2 Desventajas

- 1) Precaución con la provisionalización: Las superficies de dentina selladas tienen el potencial de adherirse a cementos y materiales provisionales a base de resina. Como resultado, la recuperación y extracción de las restauraciones provisionales puede resultar extremadamente difícil. Las preparaciones dentales deben aislarse rigurosamente con un medio de separación (p. ej., una capa gruesa de vaselina) durante la fabricación de la restauración provisional. Se recomienda evitar los cementos provisionales a base de resina y, en su lugar, proporcionar retención mecánica y estabilización (p. ej., la ferulización de múltiples restauraciones también puede mejorar la estabilidad primaria de

la restauración provisional). Dada la posible exposición del adhesivo curado a los fluidos orales, así como el mecanismo de absorción de agua, se recomienda mantener reducido el periodo de provisionalización a un máximo de 2 semanas. (2)

- 2) Si no se limpia la superficie con piedra pómez, continuará en cierto grado la capa inhibida de oxígeno y no permitirá que el material de impresión polimerice. (2)
- 3) La aplicación y polimerización del sistema de adhesivos inmediatamente antes de la inserción de una restauración indirecta podría interferir con el asentamiento completo de la restauración. En términos prácticos, por lo tanto, se recomienda que la resina adhesiva se mantenga sin polimerizar antes de que la restauración esté completamente asentada. (2)

3.5 Materiales de impresión

Los sistemas adhesivos están compuestas de metacrilatos y cuando se polimerizan con luz de fotocurado, estos materiales presentan una capa superficial que no polimeriza por el contacto del oxígeno, en la cual quedan monómeros libres que pueden interactuar con los materiales de impresión y puede inhibir la polimerización especialmente de poliéteres, también pueden reaccionar con la sal de platino, que es el catalizador en la reacción de polimerización del polivinilsiloxano, dejando en la superficie del adhesivo restos de material de impresión sin polimerizar. (2)

Para los poliéteres, el agente iniciador es un catión que puede reaccionar con los radicales libres de los monómeros de la superficie de los materiales de resina. Además, la hidrofilia de los poliéteres, su mayor rigidez y su menor resistencia al desgarro en comparación con los del vinilpolisiloxano favorecen la adhesión

superficial a la superficie de la resina, por lo que surgen impresiones defectuosas. Con base en el conocimiento de que la reducción/eliminación la capa inhibida de oxígeno conduciría a la resolución de los problemas mencionados anteriormente, se han sugerido varios protocolos de limpieza después de la aplicación del sellado dentinario inmediato y antes de la toma de impresión. Magne y Nielsen determinaron que los residuos de los materiales de impresión podrían reducirse con una polimerización adicional del sistema adhesivo con glicerina (bloqueo de aire) y aplicación suave de una mezcla de agua de piedra pómez con un cepillo profiláctico y una pieza de mano de baja velocidad a 500 rpm), pero solo con materiales de impresión de silicona.

Recubrir el sistema adhesivo con resina fluida mejora la polimerización posterior de la capa inhibida de oxígeno en adhesivos gracias a la difusión de radicales libres de la resina fluida. (30)

3.6 Materiales provisionales

En un estudio realizado por Nikaido, se utilizó un material fraguado al agua, Cavit-G ®, para la provisionalización porque el material no influye en la fuerza de unión a la cavidad recubierta de resina. El uso de un material a base de resina no está indicado para la dentina después de la aplicación de las técnicas de protección dentinaria porque el material se adhiere al recubrimiento.

Además, no se recomienda el cemento temporal a base de eugenol debido a la posibilidad de inhibición de la polimerización del cemento de resina. (27)

Específicamente con respecto a las preparaciones de inlay y onlay, los materiales patentados (por ejemplo, Telio CS inlay/onlay ® y Fermit; Ivoclar Vivadent ®) que son polímeros de metacrilatos están disponibles para su uso con la técnica del sellado dentinario inmediato.



Figura 34 Telio CS inlay/onlay ® y Fermit; Ivoclar Vivadent ® (40)

Se sugiere el aislamiento de la dentina sellada con un medio de separación como la vaselina durante la fabricación directa de la restauración provisional para evitar la adhesión de los materiales provisionales a la dentina sellada. Los materiales patentados destinados a lograr el aislamiento de la dentina sellada de los materiales provisionales están disponibles, por ejemplo, Pro-V Coat de BISCO ®. Pro-V Coat ® es un agente separador soluble en agua fabricado únicamente para su uso con las técnicas *resin coating* y sellado dentinario inmediato.

La superficie sellada se lubrica con Pro-V Coat ®, se seca suavemente con aire desde una distancia de 8 a 10 cm de la preparación durante 10 a 15 segundos para evaporar el solvente. (36)



Figura 35 Pro – V Coat ® (41)

3.7 Cementos provisionales

Se ha demostrado que los restos de los cementos provisionales utilizados para cementar las restauraciones provisionales influyen en la fuerza de unión de la restauración final. La cementación en el caso de inlays y onlays no es una preocupación ya que la técnica de provisionalización para estas restauraciones prohíbe el uso de cementos provisionales. (25)

Además, se desaconseja el uso de cementos provisionales para restauraciones de carillas provisionales, por lo que se niega como factor de contaminación de la superficie sellada.

Pascal Magne desaconseja el uso de cementos provisionales a base de resina, ya que tienen el potencial de adherirse a la superficie dentinaria sellada. Altinas aconseja el uso de hidróxido de calcio ya que los dientes que recibieron cemento provisional de hidróxido de calcio mostraron una mayor fuerza de unión de la restauración final en comparación con cemento provisional polimerizado ligero y cementos libres de eugenol. (25)



Figura 36 Provicol® (42)

Por el contrario, Fonseca y colaboradores reportaron mayores fuerzas de unión de la restauración final a los dientes que recibieron cementos libres de eugenol que

con hidróxido de calcio. Sailer concluyó a partir de su estudio que el cemento provisional sin eugenol no afecta la fuerza de unión del cemento de resina autoadhesivo RelyX Unicem ® (3M ESPE) o el cemento de resina convencional Variolink II ® (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichenstein) (36)



Figura 37 BioTemp ® (43)

3.8 Período de provisionalización

Cuando se trata de una restauración compleja, puede haber un retraso inevitable hasta que el laboratorio entregue la restauración final. Según Magne, se puede lograr una fuerza de unión óptima entre la restauración definitiva y la superficie dentinaria sellada incluso hasta una fase de provisionalización prolongada de 12 semanas. (36)

3.9 Acondicionamiento previo a la cementación final

Justo antes de los procedimientos de cementación al colocar la restauración final, se recomienda aumentar la superficie de contacto fresando la resina adhesiva existente con una fresa de diamante fino a baja velocidad, con ayuda de un cepillo de profilaxis con agua y piedra pómez (2) o abrasión de partículas en el aire con óxido de aluminio (36). A continuación, se puede acondicionar toda la superficie de la preparación del diente como se haría en ausencia de exposición de la dentina:

Grabar 30 segundos esmalte, enjuagar, secar y aplicar una segunda capa de adhesivo en la dentina la cual no se polimeriza, mejorando así la adaptación y la resistencia a la tracción de la restauración. (2) El adhesivo al ser polimerizado produce una contracción de polimerización inherente al adhesivo, además de la contracción de polimerización del cemento. Si ambas tensiones de contracción superan la resistencia de la unión del adhesivo dentinario, que fue aplicado y polimerizado con anterioridad, se forma un “gap”, lo que resulta en espacios entre la interfase dentina-restauración y por consiguiente la microfiltración marginal. Esto se evita cuando la resistencia de la unión adhesivo con el diente es mayor, mediante la penetración de monómeros en la dentina, mejorando la capa híbrida. (37)

Un elemento crítico con respecto al acondicionamiento de la dentina sellada inmediatamente es detectar la posible reexposición de la dentina después de limpiar la preparación. Stavridakis y colaboradores demostraron en su estudio que el peligro de volver a exponer la dentina debido a los métodos de acondicionamiento puede no ser crítico si se usa un sistema de adhesivo con OptiBond FL ®. (36)

Ferreira-Filho y colaboradores en un intento de investigar el comportamiento de sistemas adhesivos (autograbado de dos pasos Clearfil SE Bond ® y tres pasos de grabado y enjuague Optibond FL®), no encontró diferencias en la resistencia de unión entre los adhesivos probados (30) Magne realizó evaluaciones de resistencia de unión sobre los sistemas adhesivos Clearfil SE Bond ® y OptiBond FL ® en 2005 y 2007 en los cuales determino que la fuerza de unión era de 67 a 72 MPa.

El sistema adhesivo sin relleno también se puede utilizar para sellar la dentina; sin embargo, uno debe mantener en cuenta que los procedimientos de limpieza y rugosidad podrían destruir fácilmente la capa híbrida y volver a exponer la dentina debido a la reducción del espesor y la rigidez del adhesivo (relacionado con la ausencia de relleno). Por lo tanto, las superficies selladas con un sistema adhesivo

sin relleno deben limpiarse suavemente con un cepillo suave y piedra pómez únicamente. (2)

El cemento de resina sería el cemento elegido para la cementación final, ya que se unirá químicamente al sustrato tratado con sellado dentinario inmediato. Además, los cementos de resina exhiben una baja solubilidad que conduce a menos fugas con el tiempo. El sellado dentinario inmediato también proporciona una retención eficiente con cementos de ionómero de vidrio, pero en ninguna circunstancia debe usarse con fosfato de zinc. (30)

3.10 Hipersensibilidad postcementación

Durante la fase provisional y después de la cementación de la restauración definitiva, es común que el paciente experimente un síntoma desagradable caracterizado por un dolor breve y agudo ante los estímulos térmicos y químicos. Varios factores pueden explicar este efecto: sobrecalentamiento y deshidratación durante la preparación, microfiltración bacteriana o pérdida de líquido dentinal.

La cantidad de tejido dental extraído juega un papel importante en el grado de sensibilidad postoperatoria. Una distancia de 0,5 mm de la pulpa puede provocar una reacción pulpar en el 60% de los casos, mientras que una situación similar ocurre en el 5% de los dientes en los que se ha conservado >1 mm de dentina. El sellado temprano de los túbulos dentinarios proporcionado por la técnica de sellado dentinario inmediato (IDS) parece reducir la sensibilidad durante la fase provisional y después de la cementación. Esta es una estrategia prometedora para mejorar la comodidad y la satisfacción con el tratamiento. (30)

CONCLUSIONES

1. Los adhesivos de dentina simplificados de 1 paso son los menos duraderos, mientras que los adhesivos de grabado y enjuague de 3 pasos y los adhesivos de autograbado de 2 pasos continúan mostrando el mejor rendimiento en términos de fuerza de unión.
2. En las restauraciones adhesivas colocadas directamente, la unión temprana y más débil a la dentina se ve desafiada por la contracción de la resina compuesta superpuesta y las fuerzas oclusales subsiguientes. Sin embargo, cuando se utilizan las técnicas adhesivas de protección dentinaria inmediata junto con restauraciones de unión indirecta, debido a la colocación tardía de la restauración junto con la carga oclusal pospuesta, la unión a la dentina puede ser aumentada con el tiempo y el estrés se pueden disipar resultando en una adaptación de la restauración significativamente mejorada.
3. Las técnicas adhesivas de protección dentinaria son un procedimiento eficaz, debido a la capacidad de mejorar la fuerza de unión de la dentina debido a su previa fotopolimerización, estas técnicas disminuyen la hipersensibilidad dental, creando mayor comodidad al paciente durante la provisionalización y protegiendo al diente de posibles filtraciones bacterianas.
4. Conforme a la literatura se puede concluir que ambas técnicas se pueden aplicar en diferentes situaciones clínicas, siendo una contraindicación para estas la preparación en dentina superficial, en donde no se tenga un espacio suficiente para la técnica de protección dentinaria y el asentamiento de la restauración; el *resin coating* está contraindicado en preparaciones de corona, donde no haya espacio suficiente debido a la posible alteración en la terminación de la preparación; y el sellado dentinario tiene una limitación en su aplicación para carillas, en donde la terminación (chaflan) sea menor a 0.7 o 0.8 mm

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Atria P, Sampaio C, Rosas D, Córdova C, Fernández E, Jorquera G. Factores de riesgo asociados a sensibilidad dental en el tratamiento con prótesis dental fija. *Revision de literatura. Odontoestomatologia.* 2019;21(33):62–9.
2. Pascal Magne, DMD, PhD, a Tae Hyung Kim, DDS, b Domenico Cascione, CDT, c and Terence E. Donovan Dds. Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. *Innov UK.* 2014;(December):1–57.
3. Class ROAM, Etch S, Inmediato SD, Caoitng R. *Manual_Resin_Coating_Roberto_Tello.*
4. Malta DAMP, Magne P, Monteiro-Junior S. Bond strength and monomer conversion of indirect composite resin restorations, {Part} 1: {Light} vs heat polymerization. *J Adhes Dent.* 2014;16(6):517–22.
5. Eshrak Sofan, PhD Afrah Sofan, PhD Gaspare Palaia, PhD Gianluca Tenore, MD, DDS Umberto Romeo, MD, DDS Guido Migliau, MD D. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma).* 2017;8(1):1–17.
6. Sebold M, André CB, Sahadi BO, Breschi L, Giannini M. Chronological history and current advancements of dental adhesive systems development: a narrative review. *J Adhes Sci Technol [Internet].* 2021;35(18):1941–67. Available from: <https://doi.org/10.1080/01694243.2020.1865611>
7. Loguercio A, Alessandra R. Sistemas Adhesivos. *RODYB - Rev Oper Dent y Biomater.* 2006;1(2):13–28.
8. Castro M. Revisión de autograbantes.
9. Medina RF, Rica C, Luis M, Cervantes E, Helmes CDL, Luis R, et al. Sistemas adhesivos autograbadores , resistencia de unión y nanofiltración : una Revisión Self-etching adhesive systems , bond strength and nanofiltration : A review The advances of contemporary dentistry treatments while fulfilling their expectations . *Th. Rev CES Odontolovia.* 2015;27(2):127–54.
10. Revisión A DE, www.medigraphic.org.mx R, Carrillo Sánchez C. Michael G.

- Buonocore, padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo de la técnica del grabado del esmalte (1955-2018). Michael G. Buonocore, father of modern adhesive dentistry, 63 years of the development of the Enamel Etching Techniqu. Rev ADM [Internet]. 2018;75(3):135–42. Available from: www.medigraphic.com/adm
11. Garcilazo Gómez A, Miguelena Muro K, Guerrero Ibarra J, Rios Szalay E, Bonilla Haro R. Factores que afectan y mejoran la adhesión en la dentina.pdf. Vol. 76, revista ADM, medigraphic. 2019. p. 162–8.
 12. Nikaido T, Inoue G, Takagaki T, Takahashi R, Sadr A, Tagami J. Resin Coating Technique for Protection of Pulp and Increasing Bonding in Indirect Restoration. *Curr Oral Heal Reports*. 2015;2(2):81–6.
 13. Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez I, Szesz AL, Reis A, Loguercio AD, et al. Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives. *J Dent*. 2014;42(5):595–602.
 14. Julio silva. Principios de adhesión dentinaria. *odous científica*. 2017.
 15. Magne P, Nielsen B. Interactions between impression materials and immediate dentin sealing. *J Prosthet Dent*. 2009;102(5):298–305.
 16. Tello R. Manual Sellado Dentinario Inmediato.
 17. Martín Hernández J. Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. *Av Odontoestomatol*. 2004;20(1):19–32.
 18. Mailart, Mariane; Polleto, Adriana; Bogado, Lorena; BÜhler A. Degradación de la interfaz adhesiva : ¿ Cuáles son las consecuencias para la longevidad de las restauraciones ? *Fac Odontol UNCuyo*. 2017;11(1):15–20.
 19. Prado Vanesa P, Natalia A, Delmira A, Rossy Luis B, Gabriel T, Molina Ronell B. Metaloproteinasas de la matriz extracelular (MMPs) en Odontología. *Odontoestomatología*. 2016;XVIII(28):20–9.
 20. Hidalgo Lostaunau RC. Reacción de la dentina a los sistemas adhesivos resinosos: aspectos biológicos relacionados y biodegradación de la capa híbrida. *Rev Estomatológica Hered*. 2014;18(1):50.
 21. Ruiz E O. Control del colapso del colágeno: Desproteínización. *Av Odontoestomatol*. 2014;20(3):123–30.

22. Garrofé A, Martucci DG, Picca M. Adhesión a tejidos dentarios. Rev la Fac Odontol (Univ Buenos Aires). 2014;29(67):5–13.
23. Nikaido T, Takahashi R, Ariyoshi M, Sadr A, Tagami J. Protection and reinforcement of tooth structures by dental coating materials. Coatings. 2012;2(4):210–20.
24. Jayasooriya PR, Pereira PNR, Nikaido T, Tagami J. Efficacy of a resin coating on bond strengths of resin cement to dentin. J Esthet Restor Dent. 2003;15(2):105–13.
25. Kitasako Y, Burrow MF, Nikaido T, Tagami J. Effect of resin-coating technique on dentin tensile bond strengths over 3 years. J Esthet Restor Dent. 2002;14(2):115–22.
26. Takahashi R, Nikaido T, Ariyoshi M, Kitayama S, Sadr A, Foxton RM, et al. Thin resin coating by dual-application of all-in-one adhesives improves dentin bond strength of resin cements for indirect restorations. Dent Mater J. 2010;29(5):615–22.
27. Okuda M, Nikaido T, Maruoka R, Foxton RM, Tagami J. Microtensile bond strengths to cavity floor dentin in indirect composite restorations using resin coating. J Esthet Restor Dent. 2007;19(1):38–46.
28. Carrilho E, Cardoso M, Ferreira MM, Marto CM, Paula A, Coelho AS. 10-MDP based dental adhesives: Adhesive interface characterization and adhesive stability-A systematic review. Materials (Basel). 2019;12(5):1–18.
29. Nikaido T, Tagami J, Yatani H, Ohkubo C, Nihei T, Koizumi H, et al. Concept and clinical application of the resin-coating technique for indirect restorations. Dent Mater J. 2018;37(2):192–6.
30. Samartzi TK, Papalexopoulos D, Sarafianou A, Kourtis S. Immediate dentin sealing: A literature review. Clin Cosmet Investig Dent. 2021;13:233–56.
31. Kulgawczuk O, Rosa D, Tessier J, Aredes J. Sellado dentario inmediato en la práctica de la prostodoncia . Raao. 2021;65(2):43–8.
32. Ferreira-Filho RC, Ely C, Amaral RC, Rodrigues JA, Roulet JF, Cassoni A, et al. Effect of different adhesive systems used for immediate dentin sealing on bond strength of a self-adhesive resin cement to dentin. Oper Dent.

- 2018;43(4):391–7.
33. de Carvalho MA, Lazari-Carvalho PC, Polonial IF, de Souza JB, Magne P. Significance of immediate dentin sealing and flowable resin coating reinforcement for unfilled/lightly filled adhesive systems. *J Esthet Restor Dent.* 2021;33(1):88–98.
 34. Magne P. Immediate dentin sealing: A fundamental procedure for indirect bonded restorations. *J Esthet Restor Dent.* 2005;17(3):144–54.
 35. Magne P, So W, Cascione D, Angeles L. IDS supports Delayed.pdf. *J Prosthet Dent.* 2007;98(3):166–74.
 36. Qanungo A, Aras MA, Chitre V, Mysore A, Amin B, Daswani SR. Immediate dentin sealing for indirect bonded restorations. *J Prosthodont Res [Internet].* 2016;60(4):240–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpor.2016.04.001>
 37. Duarte S, de Freitas CRB, Saad JRC, Sadan A. The effect of immediate dentin sealing on the marginal adaptation and bond strengths of total-etch and self-etch adhesives. *J Prosthet Dent [Internet].* 2009;102(1):1–9. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913\(09\)00073-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913(09)00073-0)
 38. Kuraray, Clearfil SE Bond, <https://www.kuraraynoritake.eu/es/clearfil-se-bond>
 39. Kerr, OptiBond FL, <https://www.kerrdental.com/es-mx/productos-para-restauracion-dental/optibond-fl-adhesivos-dentales#docs>
 40. Ivoclar Vivadent, Telio CS inlay/onlay, Fermit, <https://www.dentaltix.com/es/ivoclar-vivadent/telio-cs-inlay-restauracion-temporal-3x25gr>
 41. Bisco, Pro V Coat, <https://www.medicalexpo.es/prod/bisco/product-71592-89147-html>
 42. Voco, Provicol, <https://www.voco.dental/es/productos/restauracionindirecta/materialesprovisionales/provicol.aspx>
 43. BioTemp, <https://dynamics.dental/producto/cemento-temporal-para-coronas-y-puentes-sin-eugenol/>
 44. Consepsis Clorhexidina, <https://vayasa.com.mx/producto/consepsis/>

45. Coa, soluciones odontológicas integrales, fresas de diamante y carburo,
<https://www.coadental.com/index.php/productos/super-coarse-fresas-de-diamante-con-grano-super-grueso>