



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

PROTOCOLO DE ADHESIÓN EN DENTINA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

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

P R E S E N T A:

MAURICIO REYES GERARDO

TUTOR: Esp. LUIS CELIS RIVAS

Cd. Mx.

*Revisado
y
Aprobado*

2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a Dios por permitirme pertenecer a la máxima casa de estudios, por ser la guía en mi elección profesional y en mi vida diaria. Por rodearme de personas maravillosas que me brindan su apoyo en cada momento.

A mi madre Alicia, mi padre Pedro, mi hermano Peter por ser pilar importante en mi vida, quienes me otorgan su apoyo y amor incondicional para crecer como persona. Por darme las herramientas necesarias para salir adelante logrando culminar esta etapa tan importante en mi vida de mi carrera profesional, inculcando en mí los valores que me hacen ser quien soy.

¡Gracias, los amo!

A ti Dianita por ser parte de este trayecto profesional, de vida para crecer como persona y profesionista apoyándome en todo momento para seguir superándome. Agradezco infinitamente tu apoyo y amor incondicional que recibo a diario.

¡Te amo mi amor!

Al doctor Luis Celis Rivas por aceptar ser mi tutor y proporcionarme las bases para la realización de este trabajo, despertando aún más mi interés por el tema de adhesión.

A mi familia, mis amigos y personas de la facultad que en el momento que yo requerí su ayuda, jamás se negaron a extenderme su mano.

A mi universidad por abrirme sus puertas de la mejor manera y hacer de mi un profesionista quien seguirá en busca de mejorar y superarse día con día.

¡GRACIAS!

ORGULLOSAMENTE UNAM.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO.....	2

CAPÍTULO I.

1. ANTECEDENTES DE ADHESIÓN.....	3
1.1 ADHESIÓN A ESTRUCTURAS DENTALES.....	3
1.1.1 ADHESIÓN DE RESINAS COMPUESTAS (POLÍMEROS) A SISTRATOS DENTALES.....	3
1.1.2 ADHESIÓN DE IONÓMEROS VÍTREOS (CERÁMICOS) A SISTRATOS DENTALES.....	9
1.2 ADHESIÓN A ESTRUCTURAS NO DENTALES.....	10
1.2.1 ADHESIÓN A LOS METALES.....	10
1.2.2 ADHESIÓN A CERÁMICA DENTAL.....	11
1.2.3 ADHESIÓN A POLÍMEROS.....	11

CAPÍTULO II.

2. DENTINA.....	13
2.1 COMPOSICIÓN.....	13
2.2 ESTRUCTURA DE LA DENTINA.....	13
2.3 TÚBULOS DENTINARIOS.....	14
2.3.1 DENTINA INTERTUBULAR.....	15
2.3.2 DENTINA PERITUBULAR O INTRATUBULAR.....	15
2.4 ASPECTOS BIOQUÍMICOS DE LA DENTINA ASOCIADOS A LA ADHESIÓN.....	16
2.5 PROTEÍNAS DE LA DENTINA.....	17
2.6 PRESENCIA DE METALOPROTEINASAS.....	18
2.7 BARRILLO DENTINARIO/SMEAR LAYER.....	20

CAPÍTULO III.

3. TIPOS DE DENTINA.....	22
3.1 DENTINA SUPERFICIAL.....	22
3.2 DENTINA MEDIA.....	23
3.3 DENTINA PROFUNDA.....	23
3.4 DENTINA ESCLERÓTICA.....	24
3.5 DENTINA TERCIARIA REACCIONAL.....	25

3.6	DENTINA TERCIARIA REPARATIVA.....	25
3.7	DENTINA DEL DIENTE TRATADO ENDODÓNICAMENTE.....	26
3.8	DENTINA CARIADA.....	27
3.9	DENTINA FRACTURADA.....	28
3.10	DENTINA ABRASIONADA.....	29
3.11	DENTINA ABFRACCIONADA.....	29
3.12	DENTINA EROSIONADA.....	30

CAPÍTULO IV.

4.	ADHESIÓN: CONCEPTO Y ADHESIÓN EN SUSTRATO DENTINARIO.....	31
4.1	DEFINICIÓN DE ADHESIÓN.....	31
4.2	OBJETIVOS DE LA ADHESIÓN EN DENTINA.....	32
4.3	ADHESIÓN EN DENTINA.....	33
4.4	REQUISITOS NECESARIOS PARA EL TRATAMIENTO DE SUSTRATO ADHESIVO.....	34
4.4.1	SUPERFICIE ACTIVA Y DE ALTA ENERGÍA SUPERFICIAL.....	34
4.4.1.1	OPCIONES DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE DENTINA CON SMEAR LAYER.....	36
4.4.2	SUPERFICIE HUMECTABLE E IMPRIMABLE POR EL ADHESIVO.....	38
4.4.3	INTERFAZ SELLADA U OBLITERADA PERMANENTEMENTE.....	39
4.4.4	COMPATIBILIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y BIOLÓGICA.....	39

CAPÍTULO V.

5.	SISTEMAS ADHESIVOS.....	41
5.1	COMPOSICIÓN.....	41
5.2	SOLVENTES.....	43
5.3	CONSIDERACIONES FÍSICO-QUÍMICAS COMO FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ADHESIÓN.....	44
5.3.1	HUMECTABILIDAD.....	44
5.3.2	TENSIÓN SUPERFICIAL.....	44
5.3.3	CAPILARIDAD.....	45
5.3.4	VISCOSIDAD.....	46
5.4	TRATAMIENTO ADECUADO DEL ADHESIVO.....	46
5.5	FOTOACTIVACIÓN DEL ADHESIVO.....	47
5.6	USO DE ÁCIDO GRABADOR.....	48
5.6.1	GRABADO SELECTIVO.....	48

5.6.2	GRABADO TOTAL.....	49
5.7	INHIBICIÓN DE LAS METALOPROTEINASAS.....	50

CAPÍTULO VI.

6.	PROTOCOLO ADHESIVO PARA CADA TIPO DE DENTINA.....	52
6.1	CAVIDADES SUPERFICIALES Y MEDIAS.....	52
6.2	CAVIDADES PROFUNDAS.....	54
6.3	DENTINA CON TRATAMIENTO ENDODÓNTICO.....	55
6.4	DENTINA FRACTURADA.....	57
6.5	DENTINA ABRASIONADA, ABFRACCIONADA Y EROSIONADA.....	58
	CONCLUSIÓN.....	60
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
	REFERENCIAS DE IMÁGENES.....	64
	ANEXOS.....	67

INTRODUCCIÓN.

La odontología restauradora adhesiva ha tenido un auge impresionante en la última década realizando tratamientos protésicos más conservadores, preservando la mayor cantidad de tejido posible que posteriormente será restaurado mediante técnicas adhesivas. Hoy en día realizar dichos procedimientos son comunes tanto en restauraciones directas como indirectas y pareciera ser cotidiano en el consultorio dental que ahí radica la relevancia de conocer de manera precisa cómo es que sucede dicho fenómeno llamado adhesión.

La unión del biomaterial adhesivo al sustrato dental a nivel de dentina hasta el día de hoy se sigue estudiando, ya que factores como la humedad, condiciones propias de la dentina, composición, así como características específicas de cada adhesivo se vuelven factores a considerar para lograr una adhesión confiable y duradera evitando fracasos el mayor tiempo posible en la interfase de la restauración con la dentina, siendo así la base para el éxito de nuestro tratamiento. Por ello es importante conocer a fondo el sustrato dentinario, sus componentes, propiedades mecánicas y físicas como un punto de partida que nos permitirá darle el acondicionamiento apropiado a manera de protocolo, previo a la colocación de nuestro material restaurador sea cual sea la situación en la que se encuentre la dentina presente a nosotros. Asimismo, será necesario comprender qué características y propiedades nos ofrecen los adhesivos actuales y cuál es su función frente a la dentina al ser aplicados.

“Los mecanismos de adhesión a esmalte son predecibles posibilitando lograr éxito clínico, mientras que los métodos y sistemas a dentina todavía son discutidos y algunos no debidamente comprobados.”¹ Este trabajo a través de una recopilación de consulta bibliográfica posibilita al lector mantenerse al tanto de los conceptos actuales de adhesión y el verdadero compromiso que requiere un adecuado protocolo adhesivo a dentina.

OBJETIVO.

El presente trabajo pretende cambiar paradigmas de los protocolos clásicos de adhesión a nivel dentinario, así como servir de guía a nuestros colegas odontólogos para saber elegir la mejor técnica de adhesión en cualquier situación mediante el uso de un protocolo actualizado basado en conceptos básicos y su correlación con el conocimiento de cada uno de los pasos.

CAPÍTULO I.

1. ANTECEDENTES DE ADHESIÓN.

“Sin la menor duda, la adhesión es responsable de las más importantes innovaciones producidas en el ejercicio de la Odontología en toda su historia, y particularmente durante la última mitad del siglo XX.”² Y hoy en día el uso de adhesión en la práctica privada se vuelve rutinario al restaurar los dientes ya sea de manera directa o indirecta, por ello que debemos tomar relevancia en los antecedentes que acontecieron los descubrimientos por querer lograr una correcta adhesión. Según Henostroza y cols.³ para estudiar los antecedentes de adhesión habrá que dividir dos grupos: el primero orientado a la adhesión a sustrato dental (esmalte y dentina) y el segundo grupo a la adhesión sobre estructuras artificiales (metálicas, cerámicas, poliméricas).

1.1 ADHESIÓN A ESTRUCTURAS DENTALES.

1.1.1 ADHESIÓN DE RESINAS COMPUESTAS (POLÍMEROS) A SUSTRATOS DENTALES.

Según Mc Lean², Oscar Hagger en 1949 patenta en Suiza un producto llamado Sevricon Cavity Seal basado en el dimetacrilato del ácido glicerofosfórico comercializado por la compañía Amalgamated/ De Tray. Kramer y Mc Lean se dieron cuenta que dicho producto al penetrar en la superficie formaba una capa



intermedia a la que denominaron zona híbrida.³

Es en 1955 que se conoce de manera universal a Michael Buonocore (1918-1981) que propone el uso de ácido ortofosfórico al 85% sobre la superficie del esmalte dental para promover la adhesividad adamantina² Fig. 1.1

FIGURA 1.1 *Michael Buonocore.*

Posteriormente, Chow y Buonocuore en 1972 demostraron que las concentraciones por debajo de 30% de ácido fosfórico no eran tan aceptables para ser utilizadas como agentes grabadores porque al actuar sobre el esmalte podían formar bioproductos de reacción que no eran fácilmente eliminados de la superficie y por lo tanto, podían interferir en la obtención de valores altos de retención.⁴ La aportación de Michael Buonocuore, sirvió como punto de partida para que la Odontología comenzara a tener mayores contribuyentes respecto a los materiales adhesivos; Knock y Glenn son los primeros en proponer la incorporación de partículas cerámicas a las resinas en 1951, y once años después, en 1962 aparece la fórmula de Rafael Bowen: Bis-GMA (Bisfenol Glicidil Metacrilato) que hasta el día de hoy es el monómero base de los biomateriales denominados resinas compuestas, así como de las resinas reforzadas, tratando de mejorar las propiedades físicas de las resinas acrílicas, cuyos monómeros permitían solamente la formación de polímeros de cadenas lineales Fig. 1.2.

Bowen es reconocido por patentar la base del adhesivo polimérico y en 1966 Newman y Shape terminan de modificar la consistencia eliminando el relleno cerámico produciendo una resina de baja viscosidad y fue la primera en lograr adherirse a esmalte siendo así el surgimiento del primer adhesivo dental.^{2,5}



FIGURA 1.2 *Rafael Bowen.*

Como menciona Uribe Echeverría¹ la adhesión en esmalte logra ser más confiable y predecible que en dentina, ya que en ésta última sus propiedades logran un contraste increíble que hasta la fecha es tema de debate e investigación; se sabe que posterior a una preparación dental con instrumentos rotatorios se genera una capa formada por detritus y dentina desorganizada llamada smear layer (barro dentinario) que se atribuye a Boyde y cols. por nombrarla en 1963. En 1970 David Eick y cols. identifican

químicamente la composición del smear layer, así como su descripción topográfica lo que dio pie a que Brannstrom en 1984 la subdividiera en dos capas: una externa (smear on) y una interna (smear in/smear plug) **Fig. 1.3.**

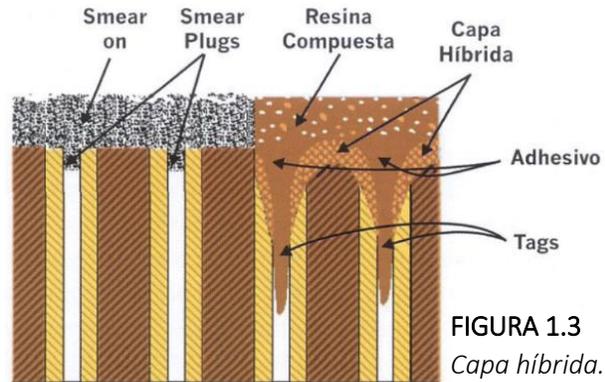


FIGURA 1.3
Capa híbrida.

El smear on reposa sobre la superficie dentinaria mientras que el smear plug se forma por partículas diminutas localizadas dentro de los túbulos. El smear layer evidentemente disminuye la permeabilidad de los túbulos evitando el paso del material adhesivo, entonces Takao Fusayama en 1980 es el primero en encomiar el uso de ácido grabador sobre la dentina para eliminar el barro dentinario y favorecer el ingreso del adhesivo a los túbulos dentinarios quedando trabado de manera mecánica una vez polimerizados, denominándolo como un grabado total haciendo uso de ácido ortofosfórico no solo en esmalte sino también en sustrato dentinario.

Posterior a que Kramer y Mc Lean refieren la capa intermedia entre diente y restauración, Nobou Nakabayashi en 1982 es el primero en describirla de manera particular, donde una vez colocada una solución denominada 10-3 (10% ácido cítrico y 3% de cloruro férrico) aplicaba sobre la superficie un adhesivo a base de 4 META/MMA-TBB-O observando una capa de 3-6 μm a la que llamó capa híbrida, dándose cuenta de la retención micromecánica por medio de TAGS (prolongaciones resinosas) gracias a la infiltración del adhesivo en la zona que el ácido fosfórico dejó desmineralizada y a su vez integrada primordialmente a fibras de colágena ^{2,6} **Fig. 1.3.**

Años después en 1990 se propone otro tratamiento dentinario por medio de la desproteínización de la capa desmineralizada, planteada por Fujita y col.; afirmaban que los componentes desmineralizados de la dentina podrían inhibir

la adhesión y que el uso de hipoclorito de sodio o colagenasa eventualmente favorecían a la misma.

Respecto a la evolución de los adhesivos los aportadores de cada una de las generaciones tenía la intención de mejorar las propiedades e interacciones del material predecesor con el sustrato dental. Es entonces en los años 70's que comienzan los fabricantes a patentar adhesivos asimilando que sería la última generación de material. Para destacar las generaciones de adhesivos y sus aportaciones véase la tabla 1 y **Fig. 1.4**.

Tabla 1. Aportaciones de las generaciones de adhesivos dentales.

Generaciones de adhesivos	Aportación	Nombres comerciales
Primera generación	La adhesión era lograda por medio de la quelación del agente adhesivo al componente de calcio de la dentina; aunque la penetración tubular ocurría, contribuía poco en la retención de la restauración. Contaba con una escasa fuerza de adhesión a dentina menor a 3 MPa y sin ninguna ventaja respecto a la microfiltración. (70's)	
Segunda generación	Lograba adherirse a dentina y smear layer con niveles de adhesión de 4 ó 5 MPa. lo cual evidenció que la forma de retención mecánica en la preparación de las cavidades era aún requerida. (80's)	Scotch Bond (3M), Prisma Universal Bond (Dentsply).

Tercera generación	Adición de monómeros hidrófilos, principalmente el HEMA. Permitía niveles de adhesión cerca de 10 MPa. Las lesiones no cariosas eran tratadas con mínima preparación, dando inicio a la odontología conservadora. (80's)	Scotch Bond 2 (3M), Prisma Universal Bond 2 (Dentsply), Gluma (Bayer).
Cuarta generación	Incorporan un tercer compuesto al sistema de adhesión denominado <i>primer</i> sumado al adhesivo y al acondicionador. El uso de ácido acondicionador se populariza por técnica de grabado total formando niveles de adhesión de 25 o 30 MPa (90's)	All Bond 2 (Bisco), Opti Bond (Kerr), Pro Bond (Dentsply), Syntac (Vivadent).
Quinta generación	Se caracteriza por el manejo simplificado de dos compuestos: un acondicionador y el primer y adhesivo unidos en un solo frasco. Se constituye la tendencia de autoacondicionamiento. (90's)	Prime and Bond (Dentsply), Prime and Bond 2, 2.1 y NT, Optibond Solo (Kerr), One Coat Bond (Coltene).
Sexta generación	Generación identificada por unir los tres elementos (ácido acondicionador, adhesivo y primer) en un solo componente, dependiendo de cada casa comercial al mezclar ya sea en "blisters" de dos cámaras o frascos que se tengan que combinar según sea el caso. Caracterizado porque no	Adper Prompt L pop (3M Espe), One touch Bond (Kuraray), SE Bond (Coltene).

	requieren grabado, por lo menos en la superficie dentinaria. (90's-20's)	
Séptima generación	Semejante a los de la sexta generación, la casa comercial Kulzer presenta su producto i Bond, el primero en contener todos los ingredientes en un solo frasco evitando realizar cualquier tipo de mezcla.	Adper Easy One (3M), iBond (Kulzer)



FIGURA 1.4 Generaciones de los sistemas adhesivos.

1.1.1.2 ADHESIÓN DE IONÓMEROS VÍTREOS (CERÁMICOS) A SUSTRATOS DENTALES.

Descrita la microrretención existente que ofrecen los materiales de resina compuestas aparecen las aportaciones para crear materiales capaces de adherirse químicamente a la estructura dental. El inicio de los ionómeros de vidrio comienza con Dennis Smith, quien en 1967 utiliza el primer material con adhesión específica: el poliacrilato, hecho con ácido poliacrílico que reaccionaba con óxido de zinc acompañado de aditivos como el ácido itatónico, óxido de magnesio, bismuto y aluminio para mejorar sus propiedades mecánicas.⁷

A partir de la llegada del poliacrilato Wilson y Kent en 1972 desarrollaron los ionómeros vítreos, versión superada del silicato, del cual tomaron su componente polvo (vidrio de alúmina y sílice) y lo asociaron al ácido poliacrílico, constituyente del líquido de los carboxilatos, el cual le confiere la propiedad de adherirse a la estructura dental mediante la interacción química de sus grupos carboxilo con el calcio del tejido dentario, sin la necesidad adicional de un adhesivo **Fig. 1.5**.

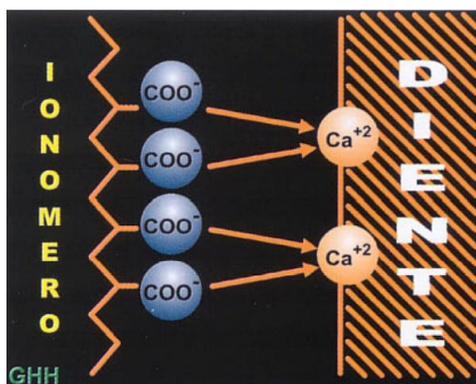


FIGURA 1.5 Mecanismo de unión del ionómero de vidrio a dentina.

Sumita Mitra da inicio a que se fabriquen ionómeros modificados con resina y sean multipropósitos (así cualquier ionómero precedente se consideraría como convencional.), como liner, base cavitaria y reconstrucción de muñones; hasta ese entonces se dispensaba un polvo mezclado con líquido y es en el 2001 que la casa comercial de GC da a conocer Fuji Cem, un ionómero cementante visto por primera vez en una presentación de pasta-pasta. Posterior a ello aparecen nuevos subgrupos de materiales: el primero en 1993 llamado compómero, resultado de la combinación de ionómero y composite o

mejor llamados como resina compuesta modificada con poliácidos, resina a la cual le incorporan vidrio de sílice como relleno presentadas en cápsulas de inyección; el segundo llamados giómeros acrónimo en inglés de **Glass ionomers and polimers** presentado por la compañía Shofu en el 2001 y patentando su primer producto en 2003 siendo entonces una versión de composites con relleno de partículas de ionómero de vidrio pre reaccionado.

1.2 ADHESIÓN A ESTRUCTURAS NO DENTALES.

La adhesión en odontología no solo se ha desarrollado a nivel dental, sino que se buscan esos materiales y procedimientos que favorezcan una correcta unión fuera de boca.

1.2.1 ADHESIÓN A LOS METALES.

La primera técnica de adhesión a metales fue descrita por Alain Rochette en 1973, epónimo para el puente metálico colado que contaba con pequeñas perforaciones en el armazón donde la resina se adhería por los agujeros hacia la superficie externa o lingual del armazón reteniendo la restauración posterior a la polimerización. Dicho puente protésico se adhería al esmalte grabado y por otro lado a través de traba macro mecánica en las perforaciones de los retenedores.

Posteriormente en 1981 Thompson y col. plantean un sistema protésico sin perforaciones y a través de las rugosidades creadas por el grabado electrolítico con ácido sulfúrico permitían una adhesión sin la necesidad de metales nobles que a su vez ofrecía tratamientos más conservadores y cómodos llamado puente de Maryland. Es entonces en 1985 que surge el puente de California, restauraciones que al día de hoy se usan de manera usual en el consultorio dental, consta de puentes estéticos metal-cerámicos,

aportados por Harry Albers con el inicio de incrustaciones de porcelana sobre metal.

1.2.2 ADHESIÓN A CERÁMICA DENTAL.

John Calamia y Harold Horn en 1983 reportan el grabado ácido de la cerámica con ácido fluorhídrico, produciendo microretenciones en su superficie y así permitir la adhesión de láminas de porcelana feldespática sobre las caras bucales de incisivos superiores.² Posteriormente el silano, un agente químico bifuncional complementa el tratamiento de las restauraciones cerámicas, por un lado, se une al silicio de los componentes de la cerámica, y por otro, a la resina del cemento resinoso. En 1962 Weinstein logra adherir la porcelana sobre el metal, abriendo un campo de opciones de tratamiento.

Para los años 80's se desarrollan técnicas que evitan el colado de metal por medio de sinterización metálica sobre modelo refractario conocidas como restauraciones ceramometálicas, material viable para cualquier tipo de restauración, sea intra o extra coronaria (inlay, onlay, overlay, crown).

1.2.3 ADHESIÓN A POLÍMEROS

La llegada de materiales restauradores estéticos comenzó a ser mas demandante y por ende los materiales cementantes para los mismos debían ser apropiados acorde a los conceptos adhesivos que se generaban durante cada año, cambiando el concepto de cementación por adhesión. Ya en los años 90's comienzan a salir a la venta compómeros cementantes, también llamados hidrocompómeros. Para inicios del 2003 los fabricantes de 3M Espe presentan un cemento resinoso con propiedades de autoacondicionador, que economizan tiempos de trabajo en el momento de cementar restauraciones indirectas. Dichos cementos tienen la cualidad de adherirse a sustratos cerámicos y metálicos (por adhesión micro mecánica o por adhesión

específica). Respecto a la cementación adhesiva en restauraciones poliméricas, en 1996 se popularizan los cerómeros (Cerámica Optimizada con Polímeros) que cuentan con nuevos monómeros y fotoiniciadores con un alto grado de relleno cerámico que otorga las propiedades intermedias entre resinas y cerámica.

En la actualidad los fabricantes siguen en busca del material ideal apropiado a las características necesarias del sustrato dentinario, así como de los materiales restauradores que a su vez buscan la resistencia ideal para las cargas masticatorias, de tal manera que comienza una nueva era de innovación adhesiva para la odontología.

CAPÍTULO II.

2. DENTINA.

2.1 COMPOSICIÓN.

La dentina es un tejido mineralizado sintetizado por los odontoblastos. Tiene características similares con el hueso y el cemento radicular en cuanto a su formación, compuesto en casi su totalidad por cristales de apatita pobre en calcio, en medio de una matriz de colágeno.^{8,9} Estas estructuras se organizan de tal manera que se aproximan a las prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos originando un tejido tubular cuyo espesor varía entre 3 y 3.5 mm. En el caso del espesor de la dentina de pacientes jóvenes, esta puede variar desde 2.00 mm para los incisivos inferiores hasta 3.00 mm para los caninos y molares; sin embargo, con el envejecimiento el espesor de la dentina tiende a incrementarse debido al crecimiento aposicional.¹⁰

La dentina está compuesta aproximadamente por 70% de minerales (cristales de hidroxiapatita, fosfatos amorfos, carbonatos), 18% de material orgánico (fibras colagenosas, glicosaminoglicanos, proteoglicanos y factores de crecimiento) y 12% de fluido (agua).

2.2 ESTRUCTURA DE LA DENTINA.

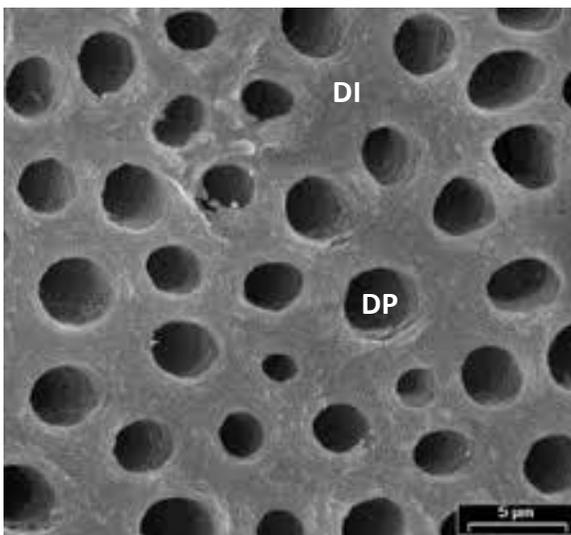
En el proceso de odontogénesis los odontoblastos primarios adoptan una organización columnar característica en una monocapa adyacente al órgano dentario. Los odontoblastos que secretan matriz de dentina se desprenden a partir del límite amelo-dentinario hacia el centro de la papila dentaria, dejando atrás unas prolongaciones citoplasmáticas en movimiento continuo, envueltas por matriz colágena en medio de numerosas proteínas y cristales, mineralizadas en conjunto que se asocian a mecanismos bioquímicos,

originando un tejido tubular, permeable y con características elásticas y protectoras.

2.3 TÚBULOS DENTINARIOS.

Los túbulos dentinarios son estructuras originalmente cilíndricas, envueltas por una membrana limitante, siendo su diámetro interno, de manera general, variado desde su superficie (unión esmalte/dentina) hasta la pulpa. Los túbulos dentinarios próximos al esmalte presentan un diámetro interno de aproximadamente $0.7 \mu\text{m}$, mientras que junto a la pulpa su diámetro es de $2.6 \mu\text{m}$. Esto determina que tengan una forma interna de cono invertido.⁹

Los túbulos dentinarios por su relación embriológica con el órgano del esmalte lograrían introducirse en el tejido adamantino. Cada túbulo dentinario puede dividirse y subdividirse en su interior y en la unión amelodentinaria para conformar un sustrato imbricado e integrado. Este reciente hallazgo justificaría la sensibilidad a nivel de la unión o imbricación amelodentinaria. En cambio, a nivel del cemento dentario los túbulos se originan unitarios para subdividirse en el interior de la dentina o conformar túbulos laterales, también llamados *lateral branches*.¹ Con una base mayor pulpar y extremo menor amelodentinario



toman forma de cono invertido y se encuentran dentro de una matriz mineralizada a llamada dentina intertubular. Estructuralmente se diferencian en dos zonas bien definidas: la dentina intertubular y la dentina peritubular. Éstas pueden variar según la profundidad y pueden ser modificadas por la edad y las injurias extremas **Fig. 2.1.**

FIGURA 2.1 Dentina Peritubular (DP) separada por Dentina Intertubular (DI).

2.3.1 DENTINA INTERTUBULAR.

Es la dentina que se localiza entre la dentina peritubular y constituye el mayor componente de la dentina. Representa el principal producto secretorio de los odontoblastos y consta principalmente, de una red de fibras colágenas que miden entre 50 y 200 nm de diámetro, en las cuales se depositan los cristales de apatita, y este componente mineral es menor que en la dentina peritubular. Las fibras colágenas se alinean en ángulos rectos respecto a los túbulos dentinarios (**Fig. 2.2**). Se forma por fibras colágenas, glicosaminoglicanos, proteoglicanos, factores de crecimiento y proteínas dentinogénicas que sostienen a los cristales de hidroxiapatita. Las fibras colágenas constituyen las fibras principales del tejido conectivo, son flexibles, elásticas y proporcionan resistencia. Está constituido por tres cadenas polipeptídicas, llamadas cadenas alfa que se organizan en una triple hélice entrelazada entre sí para formar un cordón estabilizado y resistente.^{11,1}

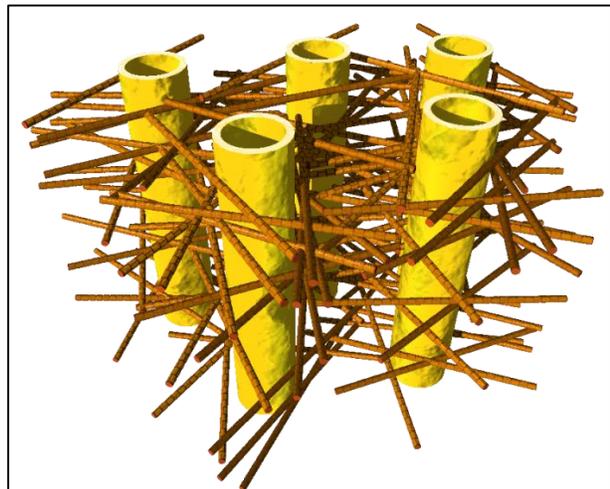


FIGURA 2.2 Representación gráfica de la disposición de las fibras colágenas respecto a los túbulos dentinarios.

2.3.2 DENTINA PERITUBULAR O INTRATUBULAR.

Debido a los depósitos naturales de dentina en la pared interna de los túbulos dentinarios, la dentina peritubular también es denominada como dentina intratubular que en volumen representa el 95% de su composición mineral (cristales e hidroxiapatita) **Fig. 2.1**.

Es aproximadamente cinco veces más mineralizada que la dentina intertubular que solo posee 30% de la fase mineral. La dentina peritubular recubre y conforma la pared del túbulo dentinario constituido por un anillo hipermineralizado que posee una matriz orgánica con nulas fibras colágenas y rica en cristales de hidroxiapatita. Se encuentra en continuo proceso de formación, que se puede ver alterado por la edad originando reducción de la luz del túbulo siendo menos permeable causando una obliteración parcial o completa, a este proceso acelerado se le conoce como dentina esclerótica fisiológica que al ser alterado por estímulos nocivos externos y de baja intensidad ya es denominada como dentina esclerótica reactiva o reaccional.

2.4 ASPECTOS BIOQUÍMICOS DE LA DENTINA ASOCIADOS A LA ADHESIÓN.

Los componentes calcificados de la dentina están compuestos principalmente por fosfato de calcio, en forma de hidroxiapatita, mineral depositado por células diferenciadas, a través de la interacción de las células del ectomesénquima sobre las células epiteliales, dicho mecanismo molecular se produce dentro de vesículas de matriz, liberadas a partir de la superficie de odontoblastos. Los iones de fosfato de calcio se acumulan dentro de las vesículas formando cristales de hidroxiapatita; atraviesan la membrana de las vesículas creando nódulos de calcio en el fluido extracelular. Los cristales crecen dentro de la estructura de las fibras de colágena, su grado de maduración y crecimiento dependerá de condiciones extracelulares como el pH, la concentración de iones fosfato, calcio y la presencia de proteoglicanos y proteínas no colagénicas de la matriz extracelular **Fig. 2.3.**

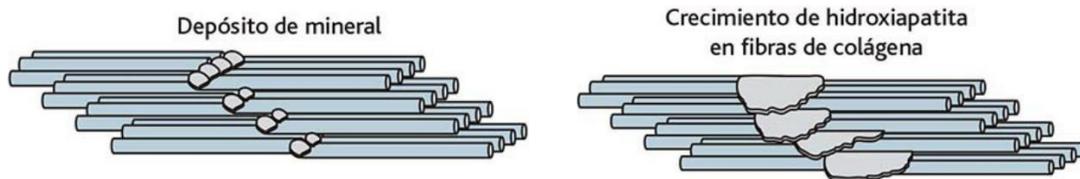


FIGURA 2.3 Depósito de hidroxiapatita dentro de las estructuras de fibras colágenas.

2.5 PROTEÍNAS DE LA DENTINA.

La matriz orgánica o matriz extracelular de la dentina se compone por proteínas colagénicas (colágeno I, III, VI y V) características por un autoensamblaje a través de fibrillas, proteínas específicas de la dentina como la fosforina, sialoproteína, factores de crecimiento (TGF β , FGF2, ILGF) y proteínas no colagénicas denominadas SIBILING (por sus siglas en inglés, *small integrin-binding ligand, n-linked glycoprotein*)⁸ como la amelogenina, osteocalcina, osteoporina, proteínas ricas en leucina, fosfosialoproteínas, sialoproteínas, las cuales se encargan de regular la adhesión celular.

En adhesión las proteínas que se encuentran involucradas directamente son el colágeno, los glicosaminoglicanos y proteoglicanos. El colágeno, específicamente tipo I, formada por tres cadenas polipeptídicas denominadas tropocolágena (formado por tres cadenas alfa) aporta al tejido resistencia, elasticidad y flexibilidad; el colágeno tipo III se relaciona con el desarrollo y trabajo tridimensional fibrilar que en mecanismos de adhesión se opone a las fuerzas de compresión desarrolladas.¹ Los glicosaminoglicanos y los proteoglicanos forman parte de un grupo de glicoproteínas, son parte de la sustancia fundamental del tejido conectivo dentinario. Activamente en mecanismos de adhesión ofrecen oposición a las fuerzas de tensión-deformación.

Estas proteínas dentinarias pueden variar su composición dependiendo de la posición, tipo de dentina y localización, de igual manera se pueden ver alteradas, degradadas y desnaturalizadas por factores como la caries, el calor friccional del instrumento rotatorio y por los ácidos acondicionadores en altas concentraciones.

2.6 PRESENCIA DE METALOPROTEINASAS.

Los odontoblastos, células de origen mesenquimal derivados de la cresta neural y dispuestas en forma palizada en la periferia de la pulpa dental son las encargadas de proteger la pulpa, dar sensibilidad, formación de dentina y función inmunitaria; respecto a ésta última los odontoblastos y otras células se encargan de producir metaloproteinasas (MMP's), enzimas de la familia endopeptidasas dependientes de la interacción con Zinc para permanecer en latencia.

Las metaloproteinasas se encuentran presentes en la dentina en un estado inactivo, existentes desde la dentinogénesis donde activamente realizan su primera función organizando la matriz orgánica donde se desarrollan durante la formación histológica del diente que ya mineralizada la dentina, termina incrustada en un estado inactivo.

Las MMP's juegan un papel importante en la respuesta de defensa de la dentina propiamente, interviniendo dinámicamente en la degradación del colágeno a través de la hidrólisis de regiones de la triple hélice de colágeno incluso bajo condiciones fisiológicas, que a merced de la neutralización del pH por acción de los buffers salivales promueven su función bajo distintas condiciones patológicas y fisiológicas, restableciendo el equilibrio natural entre los componentes de construcción (factores de crecimiento) y destrucción.

Se les ha clasificado en seis grupos, de los cuales resaltan tres: las colagenasas (degradan colágeno), las gelatinasas (degradan gelatín-colágeno desnaturalizado-) y las estromelisin (degradan proteoglicanos y proteínas no colágenas).¹² El colágeno debe encontrarse en contacto con mineral (hidroxiapatita) o con un polímero curado, cuando no es el caso el organismo activa las MMP y elimina el colágeno lábil o desprotegido para que este no sea colonizado por bacterias afines al colágeno desnaturalizado. Normalmente las MMP se encuentran presentes en la dentina como zimógenos latentes (pro

MMP) que son activados, ya sea proteolítica o no proteolíticamente, por el mecanismo de switch de la cisteína, que consiste en un sitio activo de unión al Zn en el dominio catalítico; susceptible a cambios de pH que pueden alterar la conformación del pro-peptido, induciendo el switch de cisteína que representa un paso crucial en la activación de la enzima.¹³ La degradación del colágeno resulta en la pérdida de las propiedades mecánicas estáticas de la matriz de colágeno y probablemente de las propiedades mecánicas dinámicas de la capa híbrida **Fig. 2.4**. El agua es un factor indispensable para la función hidrolítica de las MMP, que sirve como medio funcional cuando los sitios catalíticos de estas enzimas no están molecularmente inmovilizados por las resinas adhesivas polimerizadas que bloquean sus actividades. El agua hace posible la hidrólisis las uniones peptídicas en el colágeno lo que produce un aumento del contenido de agua, que es a su vez causa de una mayor degradación.¹⁴

En ese sentido si las resinas adhesivas fueran capaces de sellar la matriz dentinaria evitaría la entrada de agua y por ende se protegería el colágeno de la hidrólisis causada por las MMP.

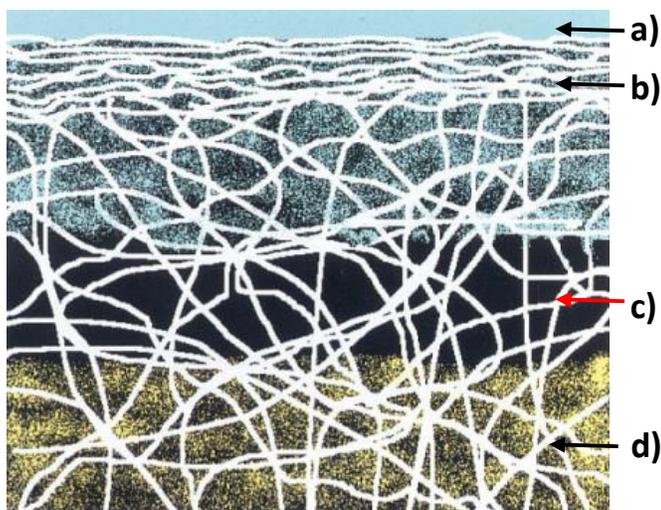


FIGURA 2.4. *Fibras colágenas desprotegidas ubicadas debajo de la capa híbrida.*

- a. Adhesivo.
- b. Capa híbrida.
- c. Fibras colágenas sin soporte. (No recubiertas por el adhesivo).
- d. Dentina íntegra (constituidas por fibras colágenas e hidroxapatita).

2.7 BARRILLO DENTINARIO/SMEAR LAYER.

Posterior a una preparación dentaria, principalmente con la utilización de instrumentos rotatorios se crea una capa consistente de detritus y dentina desorganizada, útilmente para la creación de la capa de hibridación descrita por Nobuo Nakabayashi, pero se le atribuye a Boyde su denominación como smear layer también llamado barrillo dentinario que posteriormente Brannstrom describe la conformación de esta capa por la apariencia topográfica y la subdivide en dos capas, una capa externa (smear on) la cual es amorfa y reposa sobre la superficie dentinaria, y una interna (smear in o smear plug), formada por partículas más diminutas que se localizan en el interior de los túbulos.

El barrillo dentinario puede variar en cuanto a composición y espesor, dependiendo de la profundidad de la dentina cortada y del instrumento rotatorio utilizado en el procedimiento operatorio; cabe mencionar la importancia del uso de fresas con estrías nuevas para un corte eficiente y limpio que evitará la formación excesiva de smear layer, a la vez que se evitan daños sobre el tejido pulpar. En una dentina superficial, la smear layer presenta mayoritariamente minerales y colágeno, mientras que en una dentina profunda tiene menos minerales y colágeno que a diferencia de la superficial ésta se encuentra húmeda.

El smear layer en conjunto con el smear plug pueden reducir la permeabilidad dentinaria hasta en un 86% dificultando la penetración del material resinoso en el sustrato dentinario, es decir en la dentina intertubular y en túbulos dentinarios **Fig. 2.5.** Una dentina cariada con presencia de smear layer en su superficie puede presentar fibrillas de colágeno desnaturalizadas por las enzimas proteolíticas propias de las bacterias cariogénicas, las cuales pueden integrar, en cantidad variada, esta estructura recién formada.¹⁵La presencia de smear layer y smear plugs disminuye la permeabilidad y la difusión dentinaria. Las fracturas angulares y las abfracciones presentan una permeabilidad

aumentada ya que los túbulos se encuentran abiertos y no contienen smear layer. En adhesión la remoción de este barrillo dentinario mediante ácidos en las paredes cavitarias como el EDTA, ácido cítrico, fosfórico, maléico y otros, expone un sustrato dentinario superficialmente desnaturalizado, propicio para la adhesión micromecánica de monómeros hidrófilos que se aplique sobre este tejido. Sin embargo, el concepto de retirar smear layer mediante la aplicación de ácido parece que aún no está aceptado completamente.^{1.15}

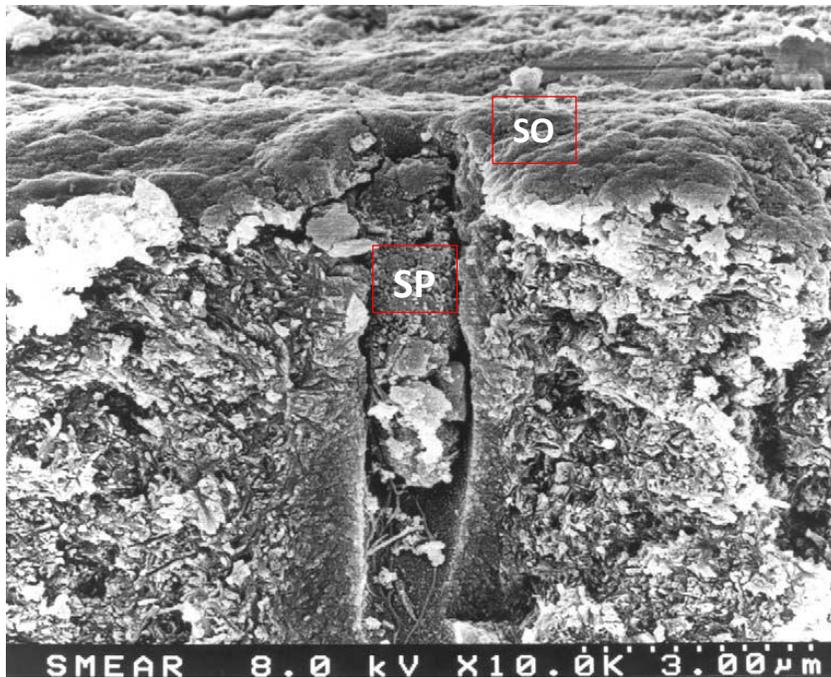


FIGURA 2.5 Presencia de smear on (SO) y smear plugs/in (SP) obstruyendo la permeabilidad dentinaria.

CAPÍTULO III.

3. TIPOS DE DENTINA.

Abocarnos a una sola clasificación para catalogar a la dentina es imposible ya que dependerá de varios aspectos en cuanto a forma, desarrollo, estructura, localización y aspectos ajenos que puedan modificarla a lo largo de su vida. Es por ello que este capítulo se basará en la clasificación de Jorge Uribe Echeverría¹ para describir los tipos de dentina y características propias que pueden ser factores que modifiquen el sustrato dentinario durante el protocolo de adhesión.

Como preámbulo se describe brevemente el concepto de dentina primaria y dentina secundaria.

La dentina primaria es la que delimita la cámara pulpar de los dientes ya formados y se considera dentina primaria desde que comienza la dentinogénesis hasta que el diente entra en oclusión. Por otro lado, la dentina secundaria está presente cuando se completa la formación de la raíz del diente, esta dentina se sintetiza a partir del momento que el diente entra en oclusión.

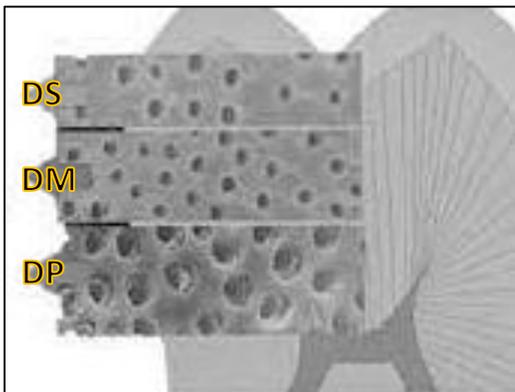
3.1 DENTINA SUPERFICIAL.

Es dentina primaria que se forma antes y durante la erupción activa, se caracteriza por presentar los túbulos sin proceso odontoblástico, en una cantidad de 18.000 túbulos/mm², con un diámetro de 0.9µm, lo que hace de esta dentina el sustrato adhesivo más eficiente, ya que la dentina intertubular presenta la máxima cantidad de fibras colágenas y de hidroxapatita, con mínima proporción de agua, por lo anterior esto representa dificultad para los tags de resina en penetrar los túbulos dentinarios más estrechos.^{16,17}

Esta dentina es sencilla de localizar en una preparación cavitaria que no exceda los 3-3.5 mm de profundidad a partir de la zona oclusal ubicándose inmediatamente del espesor de esmalte **Fig. 3.1**.

3.2 DENTINA MEDIA.

Es dentina primaria que se caracteriza por presentar una variable cantidad de túbulos con o sin proceso odontoblástico, en cantidades de 25.000



túbulos/mm², con un diámetro de 1.5 a 1.8µm, lo que hace de ésta un sustrato adhesivo efectivo, ya que la dentina intertubular presenta fibras colágenas, hidroxiapatita y agua, en una cantidad media entre la dentina superficial y la dentina profunda¹ **Fig. 3.1**.

FIGURA 3.1 *Dentina superficial (DS), media (DM) y profunda (DP). Nótese la amplitud de la luz del túbulo en cada estrato.*

3.3 DENTINA PROFUNDA.

Es la dentina que se encuentra próxima a la cámara pulpar, el espesor necesario para abordar esta dentina no está establecida pues se puede ver modificada la profundidad acorde a la edad siendo más superficial en un diente joven que en un diente adulto. Es la dentina primaria o secundaria (de acuerdo con la edad del individuo), que protege a la pulpa dentaria conjuntamente con la predentina. La luz de los túbulos dentinarios es ocupado por los procesos odontoblásticos primarios, alcanzando un diámetro de 3.2 a 4.6 µm y una cantidad de 66.000 a 90.000 túbulos/mm². Constituye el sustrato adhesivo más

deficiente, ya que el diámetro y la cantidad de túbulos presentes disminuye la superficie de dentina intertubular, aumentando la cantidad relativa de agua, con disminución del colágeno y de hidroxiapatita.¹⁶ Que además por los valores de hidrogeniones por parte del adhesivo podría resultar perjudicial al complejo pulpar

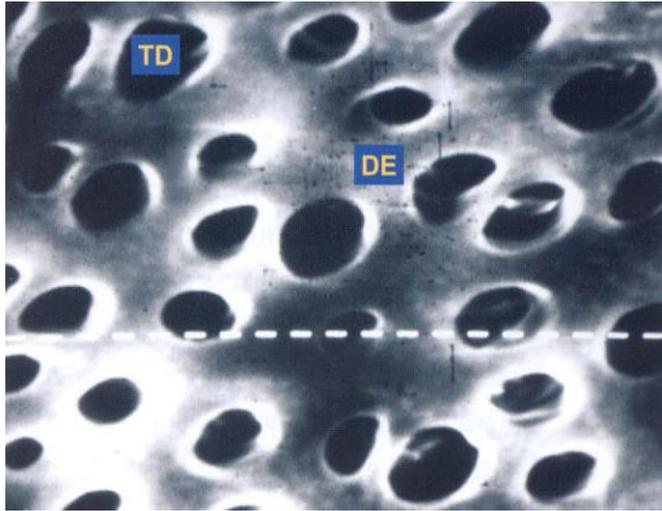


Fig. 3.1,3.2.

FIGURA 3.2 *Dentina profunda con disminución del área intertubular (DE) y gran cantidad de túbulos (TD).*

3.4 DENTINA ESCLERÓTICA.



FIGURA 3.3 *Dentina esclerótica con mayor contenido de dentina intertubular por reducción de los túbulos.*

Es dentina hipermineralizada que ocluye parcialmente a los túbulos dentinarios. Se forma como respuesta pulpar a una agresión externa de escasa intensidad, como caries de avance lento, abrasiones, atriciones y como cambio funcional durante la vida.

Se caracteriza por presentar una capa odontoblástica con algunos cambios estructurales. Cuando la

dentina es expuesta, proteínas del plasma y metabolitos son transportados por el fluido dentinario hacia la zona de dentina intratubular hipermineralizada del túbulo dentinario, aumentando su espesor y reduciendo su luz a través de

cristales de alto contenido cálcico. Esta dentina hipermineralizada es adecuada para la adhesión. ¹⁶

La producción de dentina como acúmulo interno en la pared de los túbulos dentinarios (dentina peritubular/intratubular) ocurre de manera lenta pero continua, siendo un mecanismo de sedimentación natural (esclerosis fisiológica) que ocasiona la obstrucción parcial o total del túbulo **Fig. 3.3**. Esta esclerosis dentinaria puede considerarse patológica (esclerosis reactiva) en el momento que dicha producción de dentina se ve acelerada estímulos microbianos, físicos, mecánicos, lesiones cariosas, abrasiones o atriciones, reduciendo la permeabilidad por disminución de la luz de los túbulos por aposición de sales minerales en la dentina intratubular.

3.5 DENTINA TERCIARIA REACCIONAL.

Característica por ser la dentina que participa ante estímulos nocivos en grado ligero o moderado de agresividad al tejido, evitando destruir la barrera de odontoblastos, los cuales ante dichos estímulos como: caries de avance lento, procedimientos operatorios, abrasiones, etc. incrementan la producción rápida y desorganizada de dentina provocando deformación de la cámara pulpar.

En procedimientos adhesivos, este sustrato dentinario no es adecuado debido al contacto con la pulpa dentaria, siendo considerado como un sustrato débil por la presencia de agua en un alto porcentaje.

3.6 DENTINA TERCIARIA REPARATIVA.

También conocida como neodentina se forma en estructura irregular y con mínima cantidad de túbulos ante agresiones severas patológicas externas, como caries, fracturas, abfracciones o calor generado por el instrumento rotatorio, que a comparación de la dentina reaccional, determinan la

destrucción de la barrera odontoblástica. Las células mesenquimáticas indiferenciadas son las encargadas de reemplazar a los odontoblastos perdidos, que no presentan fenómenos de mitosis celular, por células odontoblastoides que cicatrizarán la herida a través de un puente dentinario que deforma la cámara pulpar.¹⁶ Dichas irregularidades cercanas a la cámara pulpar se verán reflejadas dependiendo de la velocidad e intensidad de los estímulos causantes, que por el contrario ante estímulos menos intermitentes, la dentina se deposita de manera lenta creando un patrón más regular. Se considera un sustrato inseguro para adhesión.

3.7 DENTINA DEL DIENTE TRATADO ENDODÓNTICAMENTE.

Posterior a un tratamiento de conductos el diente puede verse comprometido en fragilidad y con mayor riesgo a fractura comparado con un diente vital debido que conforme pasa el tiempo éste se deshidrata produciendo cambios en el colágeno reticulado. Randow y Glantz¹⁸ afirman que los dientes poseen un mecanismo de retroalimentación protector que se pierde cuando se elimina la pulpa, lo que también contribuye a que el diente se fracture. Debido a la disminución de la humedad relativa del tejido se crean dichas fracturas ya que las fibras colágenas se encuentran en distintos grados de desnaturalización, por ello esta dentina como sustrato dentinario no es favorable. Con lo anterior debemos saber que es necesario realizar un acondicionamiento con alto grado de acidez para desmineralizar la superficie y se logre exponer la luz de los túbulos dentinarios para crear la interacción del adhesivo con los túbulos dentinarios mediante los tags de resina creando la capa híbrida que será descrita en el capítulo 4. También se sugiere como parte de hacer favorable la adhesión en este sustrato la utilización de soluciones acuosas que ayuden a hidratar previamente el tejido.

3.8 DENTINA CARIADA.

Como preámbulo para describir el sustrato dentinario cariado es necesario conocer la definición actualizada de caries dental ofreciendo nuevos paradigmas sustentados en la investigación científica. “La caries dental es una enfermedad producto de un desequilibrio ecológico, causado por el aumento de ingesta de carbohidratos fermentables que lleva a un desbalance en la composición y la actividad en el biofilm y la pérdida mineral causada por los ácidos bacterianos (producto del metabolismo de los carbohidratos.)”¹⁹⁻²⁰

En consecuencia dinámica de las interacciones del diente con el biofilm, con el tiempo pueden ocurrir sobre y dentro de la superficie dentaria (esmalte/dentina) y dado el proceso en que ocurre la progresión de la lesión cariosa, en el sustrato dentinario puede existir dentina cariada externa y dentina cariada interna.

En la dentina cariada externa el tejido infectado contiene 1.000.000.000 bacterias/gramo de dentina, fundamentalmente proteolíticas. La acción de los ácidos débiles en baja concentración generados durante el metabolismo microbiano durante lapsos prolongados genera un tejido altamente desmineralizado, alterando y desnaturalizando la composición orgánica de la dentina, creando fracturas irreversibles sin soporte mineral irrecuperable y que debe ser eliminado.

En cambio, en la dentina cariada interna también conocida como dentina cariada desmineralizada se encuentran microorganismos en menor proporción, conteniendo 100.000 bacterias/gramo de dentina con predominio de microorganismos acidogénicos, con componentes orgánicos normales o reversiblemente desnaturalizados que puede ser recuperada luego de una evaluación clínica criteriosa.²¹

Según Uribe Echeverría¹ en preparaciones con lesiones cariosas extensas donde los microorganismos han penetrado profundamente en la dentina

($\pm 180.2 \mu\text{m}$) la aplicación de soluciones fluoradas de APF y Fluroruro Fosfato Acidulado al 1.23% o NPF Fluoruros Fosfatos Neutros al 1.1% o al 2% permitirían lograr la remineralización de las áreas de dentina desmineralizada actuando también como agentes bactericidas y bacteriostáticos. Las soluciones altamente mineralizadas (Precipitados de Fosfato de Calcio) y el accionar de los adhesivos autoacondicionantes que conservan los minerales, posibilitarían lograr adhesión a esta dentina desmineralizada con valores ligeramente inferiores a los obtenidos en dentina normal.

3.9 DENTINA FRACTURADA.

Este tipo de dentina se caracteriza por ser una dentina sana expuesta a causa de traumatismos. Evidentemente podrán variar las características estructurales y la composición de acuerdo a la profundidad del tejido y la dirección de la fractura, sin embargo, se afirma que es dentina sana debido a la ausencia de smear layer y la presencia de túbulos abiertos y preparados para recibir un adhesivo dentinario.

Cuando la fractura comprende esmalte y dentina superficial los tejidos están aptos para un adhesivo autoacondicionador con previo acondicionamiento adamantino (grabado selectivo) con ácidos de alta concentración como el fosfórico. En cambio,



FIGURA 3.4 *Exposición dentinaria (ausente de smear layer) por traumatismo.*

cuando la fractura de esmalte y dentina es media o profunda el sustrato es más permeable por lo que es necesario proteger el área más próxima al tejido pulpar mediante el uso de cemento de ionómero de vidrio y aplicar el sistema

adhesivo en el resto del sustrato dentario con previo acondicionamiento adamantino.

3.10 DENTINA ABRASIONADA.

La abrasión dental es el desgaste de la superficie cervical como resultado de la fricción de un material exógeno o por la capacidad abrasiva de los componentes de pastas y dentríficos utilizados en la higiene dental **Fig. 3.5.** Esta lesión no cariosa es característica por lenta evolución y escasa sensibilidad dejando alrededor bordes regulares de esmalte. La dentina expuesta en estas lesiones es sana, pues no existe smear layer y la luz de los túbulos se encuentra disminuida.

Debido al alto contenido mineral en esta dentina deben ser restauradas mediante resinas compuestas con previo acondicionamiento selectivo con ácidos en alta concentración acompañado de un adhesivo autoacondicionador u obturadas mediante un cemento de ionómero de vidrio híbrido o fotopolimerizable.



FIGURA 3.5 *Abrasión dental.*

3.11 DENTINA ABFRACCIONADA.

La abfracción se caracteriza por ser una lesión no cariosa con pérdida de tejido dentario a nivel de áreas de concentración de estrés donde la flexión en la región cervical del esmalte es delgada y produce exposición dentinaria y en ocasiones de cemento, originada por los esfuerzos masticatorios (intenso stress oclusal, bruxismo o maloclusión). Cuando estos movimientos exceden a la deformación adamantina, por esclerosis del tejido, se generan cracks en esmalte y microfracturas en dentina que origina las abfracciones²² **Fig. 3.6.**

Esta lesión presenta a la dentina con los túbulos abiertos, hipersensibilidad y sin smear layer. Por su alta permeabilidad y difusión deben ser restauradas mediante resinas compuestas con previo acondicionamiento del esmalte con ácidos en alta concentración, sellado de la dentina profunda con cemento de ionómero de vidrio y un adhesivo autoacondicionador u obturadas con un cemento de ionómero de vidrio híbrido o fotopolimerizable.



FIGURA 3.6 *Abfracción dental.*

Las erosiones dentales son el producto sobre el esmalte de ácidos orgánicos e inorgánicos, débiles o fuertes y su posterior ataque al tejido dentinario. Los ácidos que lo producen no siempre son exógenos (cerveza, vinos, champagne, refrescos, etc.), pues podrían ser producto de trastornos estomacales, duodenales o regurgitaciones ácidas, lo cual modifica el balance fósforo-calcio del diente formando áreas irregulares en los bordes con base en dentina **Fig. 3.7.**



FIGURA 3.7 *Erosión dental.*

Al presentar túbulos abiertos por desmineralización y marcada sensibilidad, esta dentina debe ser tratada semejante a la dentina fracturada y abfraccionada.

CAPÍTULO IV.

4. ADHESIÓN: CONCEPTO Y ADHESIÓN EN SUSTRATO DENTINARIO.

La adhesión a dentina ha representado desde hace ya varios años un tema de estudio continuo para la odontología, pues el escenario para su tratamiento adhesivo se contrasta sustancialmente con el del esmalte, buscando una adhesión dentinaria tan segura y perdurable como la que sucede en el sustrato adamantino. Sin embargo, dadas las múltiples variaciones que puede presentar la dentina, se han tenido que hacer y se siguen realizando cambios y mejoras en los materiales y procedimientos del protocolo para encontrar una adhesión fiable.

Entre las variaciones que podrían modificar y dificultar la adhesión dentinaria están: sus variaciones topográficas, su composición química con un relativamente alto contenido orgánico y agua, presencia de smear layer, la presencia de fluido dentinario, las cuales los fabricantes han tratado de superarlas desarrollando productos que permitan a los adhesivos operar en un medio húmedo (hidrófilos) e interactuar con el componente orgánico²; que a pesar de los avances y metas logradas se sigue en busca del adhesivo ideal para dicho sustrato.

4.1 DEFINICIÓN DE ADHESIÓN.

Partiendo de una definición muy general la RAE²³ define la adhesión como: “Fuerza de atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie química.”

En odontología hablamos de adhesión cuando nos referimos a cualquier método o técnica de fijación del biomaterial restaurador que se utilice sobre el sustrato dentario. Según la American Society for Testing and Material

(ASTM,1983)²⁴ “la adhesión es el estado o fenómeno mediante el cual dos superficies de igual o distinta naturaleza se mantienen unidas por fuerzas interfaciales, sean estas físicas, químicas o por la interacción de ambas.” Tomando en cuenta lo anterior veremos que la adhesión en dentina involucra requisitos indispensables por parte del adhesivo, de la dentina y por supuesto del clínico que realice el protocolo.

4.2 OBJETIVOS LA DE ADHESIÓN EN DENTINA.

La adhesión en dentina no sólo es capaz de fijar permanentemente la restauración al diente, sino que también puede sellar túbulos dentinarios e impedir, mientras ésta se mantenga, la microfiltración y sus problemas derivados. Otro objetivo a destacar es preservar el tejido dentario dejando de lado los postulados del doctor Black sin la necesidad de realizar extensión por prevención, favoreciendo las propiedades superficiales de una dentina sin exposición de túbulos y evitando profundizar la preparación para adquirir “mejor retención”. Cualquier adhesivo que utilicemos debe interrelacionar químicamente la capa de resina-dentina con el sistema resinoso de obturación y poseer un efecto amortiguador para compensar la contracción de polimerización de los sistemas resinosos, impidiendo que la unión a dentina se microfracture o se desprenda.

Al realizar adhesión sobre dentina se lograrán imprimir las fibras de colágeno uniendo el adhesivo a las mismas y por ende proporcionando mayor fuerza de elasticidad y resistencia a las fuerzas compresivas. Se obliteran los túbulos dentinarios creando un cierre superficial en la luz del túbulo (mediante tags) manteniendo el medio interno aislado del externo, de esta manera disminuye la microfiltración, percolación, sensibilidad postoperatoria y aumenta la adaptación a las paredes cavitarias para evitar el desajuste de la restauración previniendo el riesgo de caries secundaria **Fig. 1.3.**

Otros objetivos del adhesivo:

- Inhibir o limitar la desmineralización dentinaria.
- No ser citotóxicos con el isosistema dentinopulpar.
- Poseer efecto bactericida y bacteriostático.
- Estabilizar el módulo elástico dentinario.

4.3 ADHESIÓN EN DENTINA.

Posterior a realizar una preparación cavitaria el profesional deberá elegir entre efectuar yuxtaposición o adhesión a esmalte y dentina. Es oportuno mencionar que la preparación cavitaria debe realizarse con movimientos intermitentes (4 segundos de trabajo por uno de descanso) para reducir la posibilidad de calentamiento excesivo, asimismo es indispensable saber que se deben descartar las fresas después de 4 preparaciones cavitarias tipo MOD.⁹

Retomando, si se elige hacer yuxtaposición se debe saber que no se logrará un sellado interfácico, aumentará la filtración, percolación marginal acompañado de hipersensibilidad y dolor postoperatorio. Las resinas compuestas, las amalgamas, las incrustaciones y las restauraciones coronarias parciales o totales no se adhieren a esmalte y dentina por lo que las brechas deben ser selladas por un sistema de unión o adhesión cuya función será obliterar la interfaz e integrar la restauración con los tejidos duros del diente.¹

Si se opta por realizar adhesión, deberá conocer que logrará fenómenos beneficiosos como, adhesión a las estructuras, resistencia adhesiva similar a esmalte y dentina, eliminación de los hiatos de desadaptación, disminución de la filtración y percolación marginal, eliminación de las retenciones por socavado, mayor conservación del tejido sano, disminución de la permeabilidad y difusión dentinarias, obliteración de los túbulos y del medio

interno con protección del complejo dentinopulpar y ausencia de sensibilidad postoperatoria.¹

Evidentemente la adhesión proporciona mayores beneficios al momento de preparar el sustrato dentinario en nuestra preparación cavitaria, entonces eso nos conlleva a conocer cómo es que sucede el fenómeno de adhesión en dentina.

El mecanismo básico de unión a dentina es el mismo que sucede en esmalte y corresponde a un proceso de sustitución de la hidroxiapatita (que es disuelta mediante ácidos) por los adhesivos, que posteriormente serán polimerizados y por ende quedan unidos micromecánicamente mediante imbricaciones en las porosidades creadas **Fig. 4.1**. Es muy importante entender que la adhesión química entre la dentina y el componente adhesivo no existe como tal, únicamente es química (específica) entre el adhesivo y el componente restaurador resinoso.

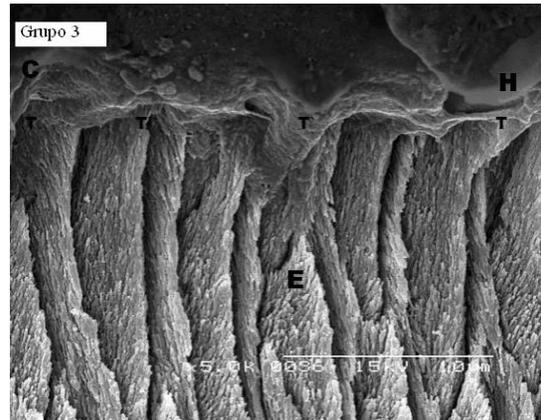


FIGURA 4.1 Microretención del adhesivo mediante tags (T) en esmalte parcialmente desmineralizado (E).

4.4 REQUISITOS NECESARIOS PARA EL TRATAMIENTO DE SUSTRATO ADHESIVO

4.4.1 SUPERFICIE ACTIVA Y DE ALTA ENERGÍA SUPERFICIAL.

El sustrato dentinario deberá tener mayor energía superficial que el adhesivo para obtener una adhesión confiable, dicho en otras palabras, que pueda atraer al segundo que se encuentra con menor tensión superficial.

Mencionado anteriormente la presencia de smear layer posterior a una preparación dificulta que la superficie dentinaria se encuentre en óptimas condiciones para colocar un adhesivo ya que los smear plugs se encuentran obliterando parcial o totalmente la luz de los túbulos dentinarios provocando que disminuya la permeabilidad y difusión. Las soluciones que contienen EDTA, cloruro de benzalconio, peróxido de hidrógeno, fluoruro de sodio (Cavity Cleanser, L. Tedequín); o EDTA, cloruro de benzalconio y fluoruro de sodio (Tubulicid Red, Dental Therapeutics/Global Dental o Ultracid F, Ultradent), eliminan las partículas inorgánicas sueltas, las proteínas desnaturalizadas, humectan y actúan como agentes bactericidas y bacteriostáticos, facilitando la adhesión. ²⁵

Otro factor que altera la energía superficial y que se encuentre activa la dentina es la presencia de líquido dentinario que se produce en forma de exudación dentinaria o si la herida expone la pulpa dentaria habrá salida de sangre, dicho fluido es encargado de proteger la pulpa, mantener el medio interno, mantener húmeda la dentina y promueve la cicatrización de la herida.

La importancia de mantener el tejido permeable y con difusión radica en la introducción de monómeros del adhesivo a la dentina intertubular durante los fenómenos de adhesión de los monómeros hidrófilos-hidrófugos mediante la imprimación de los túbulos dentinarios a través de tags de resina. Aunque la permeabilidad y difusión podría verse modificado por la profundidad de la preparación, edad del tejido, dirección de los túbulos dentinarios en las paredes cavitarias, esclerosis dentinaria, presencia de smear layer y smear plugs. Estos últimos podrían ser modificados mediante la acción de los ácidos acondicionadores en alta concentración. Para estas últimas existen diferentes opciones de tratamiento para tratar el sustrato dentinario en presencia de smear layer.

4.4.1.1 OPCIONES DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE DENTINA CON SMEAR LAYER.

- Eliminada totalmente o hibridizada.

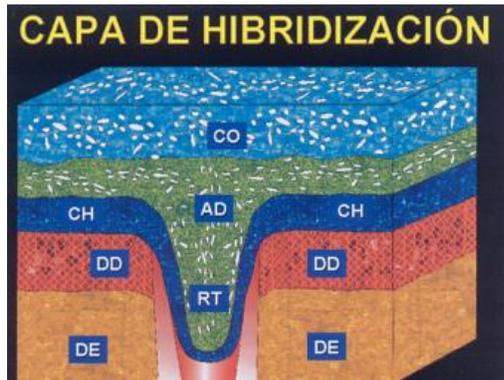


FIGURA 4.2 Representación de la capa híbrida (CH). El uso de ácido fosfórico genera dentina desmineralizada (DD) sin ser cubierta por el adhesivo (AD). Los tags de resina se extienden profundamente en dentina (DE) y Composite (CO).

Mediante el uso de ácido en alta concentración (ácido fosfórico al 37%) se desmineraliza la dentina, formando sales de fosfato de calcio por reacción ácido-base, que posteriormente se elimina por lavado. La finalidad es suprimir la smear layer ampliando la luz de los túbulos; activa y genera una superficie de alta energía facilitando la adhesión al exponer las fibras de colágeno,

de esta manera éstas últimas serán imprimadas por un monómero hidrófilo-hidrófugo, formando una capa de hibridación o de interdifusión

Fig. 4.2.

La desmineralización genera pérdidas en el balance fósforo-calcio, cambiando la composición de la dentina siendo los cristales de hidroxiapatita sustituidos por fluido dentinario colapsando y desnaturalizando las fibras colágenas.¹

Si la dentina es desmineralizada profundamente y no es totalmente cubierta por el adhesivo, las fracturas por contracción de polimerización de los sistemas resinosos se producen en la unión de la dentina desmineralizada con la dentina normal, creándose grietas por donde fluye el fluido dentinario y la hipersensibilidad postoperatoria es elevada.

- Eliminada y desproteinizada por contacto o hibridación reversa.
La capa de dentina deformada puede ser eliminada con ácido fosfórico en alta concentración y desproteinizada (con hipoclorito de sodio) conjuntamente con la dentina desmineralizada. Esta técnica muestra tags de resina más profundos comparado a la dentina que fue tratada solamente con ácido fosfórico. El NaOCl al 5.25% crea espacios en el sustrato dentinario, los cuales son mayores que los obtenidos en la red de fibrillas de colágeno a través del acondicionamiento con ácido fosfórico, además de servir como agente bactericida y bacteriostática eliminando las proteínas desnaturalizadas.¹

- Integrada por reacción-integración.

La capa de smear layer se puede disolver parcialmente e integrar con adhesivos autoacondicionadores, que promueven adhesión a través de la imprimación del colágeno dentinario por un monómero hidrófilo-hidrófugo

o imprimación resinosa, con disolución y desmineralización del smear layer por reacción ácido-base y formación de sales o reacción ionomérica, sin pérdida de minerales en el

tejido. Esta capa reduce la sensibilidad postoperatoria, disminuye la filtración marginal y el riesgo de alteración pulpar¹ **Fig. 4.3.**

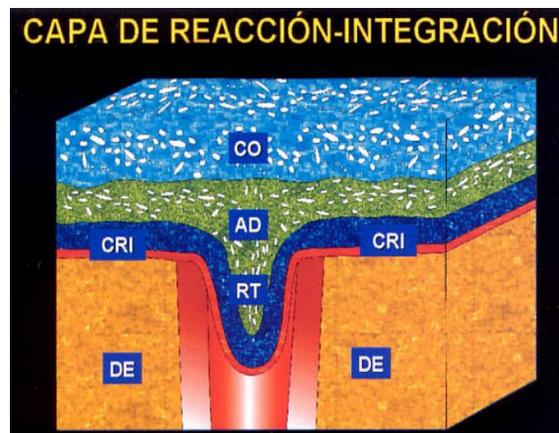


FIGURA 4.3 Representación de la capa de reacción-integración (CRI) en dentina profunda (DE) con imprimación del colágeno dentinario por el sistema adhesivo (AD) y los cristales formados durante la reacción ácido-base que reestructura el tejido.

En cambio, una fractura coronaria con exposición dentinaria, abrasiones, abfracciones y erosiones, la superficie de la dentina no presenta smear layer presentando sus túbulos abiertos y listos para acondicionar. En estas situaciones se debe realizar el biselado del esmalte únicamente (favoreciendo la microrretención en la configuración de las varillas adamantinas), evitando dañar o alterar la superficie dentinaria expuesta. Se deberá aplicar ácido en alta concentración en dichos casos específicamente en esmalte cuando el tamaño de la preparación exceda los 2.0 mm².

4.4.2 SUPERFICIE HUMECTABLE E IMPRIMABLE POR EL ADHESIVO.

Una vez activo el sustrato dentinario y con alta energía superficial se busca imprimir las fibras colágenas y reforzar la dentina normal o desmineralizada mediante primers y adhesivos. Ahí radica la importancia de utilizar adhesivos autoacondicionadores cuya función será disolver la smear layer, activar y autoacondicionar la dentina imprimando las fibras colágenas y formando sales por reacción ácido-base. Los adhesivos autoacondicionadores funcionan mediante ácidos de baja concentración y monómeros acídicos, inclusive algunos promocionando el acondicionamiento total, sin necesidad de ácidos en alta concentración. Sin embargo, no todos los adhesivos autograbantes cuentan con los hidrogeniones requeridos (pH inferior a 2.30) capaces de acondicionar dentina sin necesidad de ácidos en alta concentración. El clínico (ignorando lo anterior) estaría aplicando sobre el tejido dentinario un ácido de alta concentración y uno o más ácidos de baja concentración con monómeros acídicos, siendo contraproducente la aplicación de ambos.

4.4.3 INTERFAZ SELLADA U OBLITERADA PERMANENTEMENTE.

Fundamentalmente la función del adhesivo será sellar la interfaz uniéndose a la dentina, obliterando los túbulos dentinarios; si el sellado de la interfaz y la adaptación a las paredes cavitarias presenta hiatos (gaps) por fracturas cohesivas o adhesivas, la adhesión se pierde y los valores de resistencia tensional y adhesiva serán mínimos. El sellado no depende únicamente del sustrato y del sistema adhesivo, sino que puede verse alterado por contracción de polimerización de los sistemas resinosos al sufrir desadaptaciones por mayor tiempo de polimerización relacionado a un mayor volumen cavitario, representado en mayor contracción de curado. Por lo tanto, en una preparación cavitaria profunda se podrían evitar estas desadaptaciones reduciendo el volumen cavitario con la aplicación de un cemento de ionómero de vidrio, logrando una adhesión eficiente. Correlacionadamente la aplicación y espesor de la capa de resina deberá tener configuración en técnica incremental, con capas sin contacto entre ellas o en pico de flauta, con espesores no mayores a 1 o 1.5 mm ayudando a disminuir las tensiones internas y logrando un sellado interfácico.

El sistema resinoso al pasar de estado plástico al rígido mediante la polimerización podría modificar al agente adhesivo generando fracturas adhesivas o cohesivas entre el mismo sistema y la resina. Este fenómeno se logra compensar con la subpolimerización de la primera capa de resina o modificando el espesor de la primera capa.

4.4.4 COMPATIBILIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y BIOLÓGICA.

En su mayoría los adhesivos dentinarios indican que es necesario desmineralizar la dentina con ácidos en alta concentración para lograr el fenómeno de adhesión a través de la capa de hibridación y tags de resina. No obstante los tags de resina al prolongarse por los túbulos dentinarios

presentarían citotoxicidad (por la capa inhibida con monómeros libres a través del fluido dentinario) y el daño pulpar se puede generar fácilmente en preparaciones cavitarias muy profundas, en tal caso el valor de la protección pulpar se puede mantener usando ionómeros de vidrio y logrando adhesión en las paredes cavitarias laterales donde la dirección de los túbulos se encuentran seccionados longitudinalmente exponiendo mayor superficie de contacto de dentina intertubular donde existe mayor cantidad de colágeno **Fig. 4.4.**

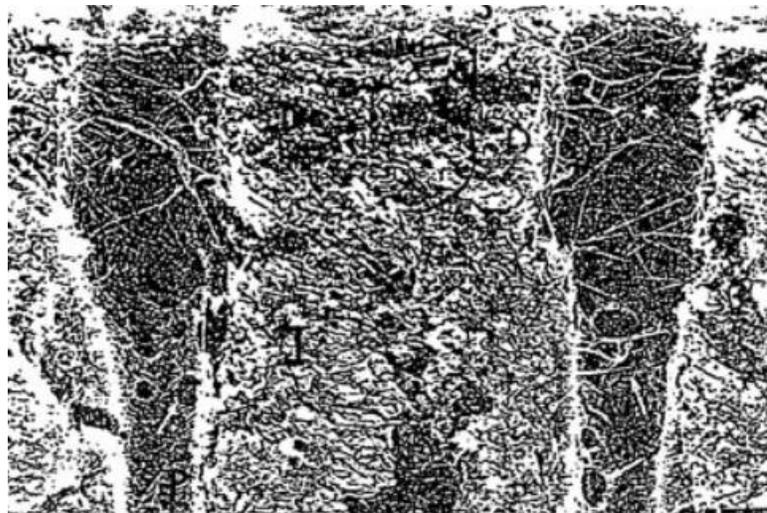


FIGURA 4.4 *Túbulos dentinarios seccionados longitudinalmente con mayor superficie de colágena expuesta.*

CAPÍTULO V.

5. SISTEMAS ADHESIVOS.

5.1 COMPOSICIÓN.

Los adhesivos se dividen en dos componentes. El primero llamado *primer* (más fluido e hidrófilo), con la función de penetrar las irregularidades húmedas de la dentina desmineralizada. El segundo componente es el *Bond* (que corresponde al adhesivo en sí), es una resina fluida hidrófuga, con el objeto de recubrir al primero y unirlo con la resina compuesta. La intención de que un adhesivo sea hidrófugo es no poseer afinidad a líquidos que contienen sustancias colorantes como el café, té, vino y bebidas gaseosas, impidiendo la alteración del color de la restauración estética; asimismo la delgada capa de adhesivo debe ser resistente a la absorción de líquidos que contienen colorantes.

Los *primers* son monómeros compuestos por una resina hidrófila de bajo peso molecular (HEMA, BPDM, 4 META, PENTA, MDP) disueltos en un solvente del tipo acetona, alcohol o agua. Las moléculas del *primer* al ser hidrófilos facilitan la penetración en la dentina húmeda. Hoy en día los adhesivos universales cuentan con monómero MDP, monómero funcional capaz de soportar la degradación de interfaz adhesiva, además de ser más estables por su adhesión propiamente química a través de enlaces de calcio y la hidroxiapatita de la dentina por efecto de nanotrabeculado sin necesidad de abrir los túbulos dentinarios y protegiendo el complejo pulpar, ideales para realizar autoacondicionamiento en dentina.²⁹ Sin orden de preferencia se mencionan algunos adhesivos que contienen MDP: Clearfil SE Bond (Kuraray), Scotchbond Universal (3M), All Bond Universal (Bisco), Clearfil Universal (Kuraray), Adhesive Universal (Ivoclar) **Fig. 5.1.**

El *Bond* es una resina fluida con monómeros hidrófugos como el Bis-GMA permitiendo la unión a la restauración, los cuales pudiendo tener monómeros

hidrófilos en menor cantidad, actúan como intermediarios entre el *primer* y el material restaurador.²⁶

Un sistema adhesivo se compone de 3 etapas:

1. Acondicionamiento ácido que actúa preparando el sustrato dental para la posterior adhesión.
2. La aplicación del *primer* que es la parte hidrófila del adhesivo compatible con la dentina húmeda.
3. La parte hidrófuga corresponde al *bond*, compatible con el material restaurador.

Hoy en día los fabricantes buscan la simplificación en la aplicación de los componentes, disminuyendo el número de pasos para eficientizar tiempos de trabajo. Inicialmente se logra en dos pasos, dando lugar a un primer sistema que combina el *primer* + *bond* (acondicionamiento ácido), por otro lado, el *primer* fuese capaz de promover adicionalmente acondicionamiento ácido (*primer* + ácido acondicionador) dando lugar a los adhesivos autoacondicionadores, de manera que ácido y adhesivo penetren juntos. Posteriormente aparecen adhesivos de etapa única aplicando *primer* autoacondicionante + *bond*.



FIGURA 5.1 Adhesivos con MDP.

5.2 SOLVENTES.

Todos los adhesivos contienen solventes en el *primer* o *primer/bond* los cuales deben ser también hidrófilos. El solvente es un componente importante, su función es disolver los monómeros hidrófilos del *primer* facilitando su penetración en los intersticios húmedos de la dentina desmineralizada. Los solventes más utilizados son: acetona, alcohol etílico y agua, los cuales se comportarán de manera diferente en cada una de las fases de la aplicación de un adhesivo.

La primera fase que es de dispensación, el solvente se volatiliza al ser colocado en el sustrato dental, aunque suele suceder dicho fenómeno inclusive desde la apertura del frasco del adhesivo por lo cual es importante dispensarlo únicamente en el momento en que será utilizado, procurando cerrarlo inmediatamente después de su uso. La acetona es el solvente más volátil y habrá que mantener el frasco siempre bien cerrado, aunque en realidad esta precaución es válida para todos los adhesivos a pesar que no se trate una circunstancia tan crítica como la descrita a base de acetona.

La segunda fase es cuando el adhesivo entra en contacto con la dentina acondicionada y húmeda existiendo un rango de contracción entre 25 a 30%, en función del solvente que se utilice. La acetona presenta mayor contracción comparado con solventes de alcohol como el metanol y etilen glicol.

Cuando la dentina está húmeda el solvente que comprende mejor difusión de monómeros es la acetona, mientras tanto en un caso donde la dentina estuviese seca, se podrán obtener mejores resultados con un solvente como el alcohol pues los componentes de la acetona se evaporan con mucha facilidad en ausencia de humedad. Los adhesivos con agua en su formulación promueven la rehidratación dentinaria, actuando como vehículo de los monómeros transportándolos hacia los espacios creados en la trama

colágena, aunque una desventaja de este solvente es su difícil evaporación, respecto a los otros.

5.3 CONSIDERACIONES FÍSICO-QUÍMICAS COMO FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ADHESIÓN.

5.3.1 HUMECTABILIDAD.

Es la capacidad de un líquido de mojar un sólido. Mientras más baja sea la tensión superficial de un líquido frente a un sólido de alta energía superficial, mejor lo humectará o mojará; e inversamente, una alta tensión superficial del líquido y una baja energía superficial del sólido, impedirá que el líquido moje al sólido y más bien tienda a formar gotas sobre su superficie. El grado de imprimación ideal ocurre cuando los valores de tensión superficial del líquido adhesivo son ligeramente menores que los valores de energía superficial del sustrato sólido.²⁷

La formación de gotas en la superficie de un sólido es indicativo de menor o mayor humectancia por parte del líquido; la gota tendiendo a formar una esfera, menos humectante será, mientras más plana sea la gota mayor capacidad de mojado tendrá sobre el sólido, esto se puede medir a través del ángulo de contacto **Fig. 5.2.**

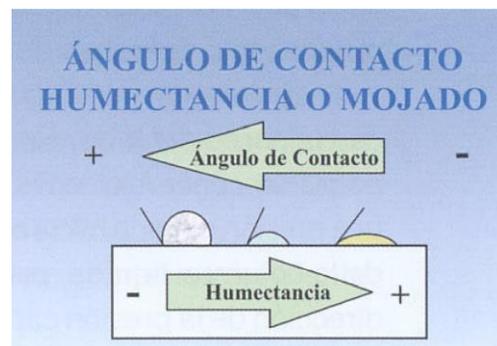
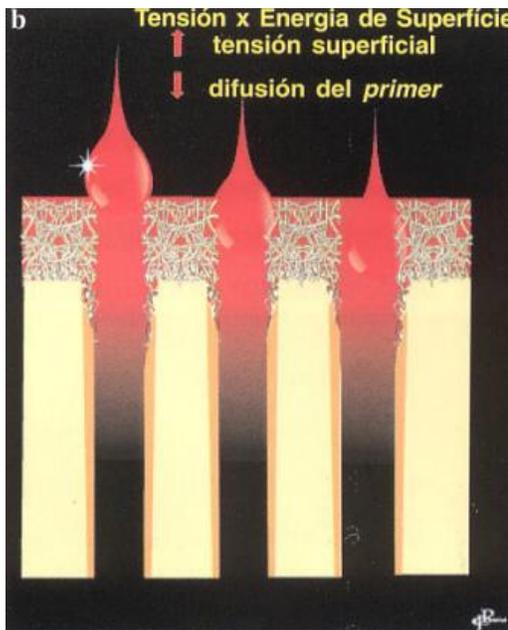


FIGURA 5.2 *Ángulo de contacto.*

5.3.2 TENSIÓN SUPERFICIAL.

Se entiende por tensión superficial a la atracción que las moléculas internas de un líquido ejercen sobre las que se encuentran en su superficie. Esto hace

que todo líquido, suspendido en el aire o en el vacío, tienda a tener el menor volumen, siendo éste una esfera. En tanto tensión superficial como energía superficial son manifestaciones de energías libres en la superficie de un líquido o un sólido respectivamente.



Clínicamente el sustrato dental debe tener mayor energía superficial que el adhesivo para lograr adhesión confiable y lo pueda atraer más, siendo el segundo de menor tensión superficial
Fig. 5.3.

FIGURA 5.3 El adhesivo debe tener baja tensión superficial para desplazar las moléculas de agua y lograr impregnar la dentina.

5.3.3 CAPILARIDAD.

Es el fenómeno que se observa cuando un líquido contacta con un tubo de pequeño diámetro (tubo capilar menor a 0.5 mm.) que tiende a introducirse por éste y está directamente relacionado con la tensión superficial de los líquidos por la acción de fuerzas intermoleculares por presión capilar. Pueden actuar como capilares una fisura de esmalte, una interfaz diente-restauración, zonas de contacto proximales, un túbulo dentinario. Entonces la tensión superficial de un túbulo deberá ser mayor a la del adhesivo para poder ser atraído mediante dicho fenómeno, y éste se logrará introducir mejor en un estado viscoso.

5.3.4 VISCOSIDAD.

La viscosidad es la resistencia de un líquido al flujo relacionado con su tensión superficial. La viscosidad de un adhesivo condicionará su fluidez y capacidad de mojado, humectancia y capilaridad representado clínicamente en la facultad que tenga el material de penetrar los túbulos dentinarios. Una baja viscosidad por parte del adhesivo permite una mejor fluidez.

5.4 TRATAMIENTO ADECUADO DEL ADHESIVO.

Pareciera fácil la aplicación del adhesivo sobre las superficies dentarias previo a una restauración, sin embargo, dadas las propiedades físicas del adhesivo representa uno de los pasos más importantes para lograr adhesión y es indispensable conocer el uso adecuado. Una vez dispensado el adhesivo sobre un vaso Dapen, o inclusive directamente sobre un pincel o microbrush (desechables), éste se aplica frotando sobre la superficie dentinaria y sobre esmalte (abarcando todas las paredes cavitarias) durante 20 segundos, esto favorece la impregnación del adhesivo a las fibras de colágeno a la vez que se evapora el solvente. Posteriormente se espera 20 segundos sin frotar para que el adhesivo pueda penetrar en la dentina hasta alcanzar la profundidad que abarcó la desmineralización (tres micrones). Sin embargo, es preciso la aplicación de dos capas de adhesivo, aun cuando el fabricante recomiende una sola ya que el espesor de la dentina desmineralizada es insuficiente para absorber la tensión de la contracción de una resina. La aplicación de varias capas adhesivas sirve para crear una capa elástica entre la restauración y el diente, ésta tiene la función de distenderse debido a la contracción del sistema resinoso de restauración, impidiendo la deformación y la aparición de microfracturas en la estructura dental.

Una vez cumplida la función de facilitar la penetración del adhesivo en la dentina húmeda, se debe propiciar la eliminación por completo del solvente

mediante su evaporación con chorros de aire; bastará con 5 segundos de secado cuidando de mantener una separación aproximada de tres centímetros entre la punta de la jeringa triple y la cavidad.²⁶

5.5 FOTOACTIVACIÓN DEL ADHESIVO.

La polimerización de un sistema resinoso consiste en una reacción de adición por radicales libres que origina una contracción volumétrica por el cambio de estado que produce el endurecimiento del material, por lo tanto, a mayor volumen cavitario mayor contracción de curado.

Casos donde la preparación cavitaria será reconstruida con un sistema resinoso directo existirán posibles desprendimientos entre el adhesivo y la resina compuesta. El proceso que sufre la resina compuesta al pasar del estado plástico al rígido puede arrastrar al agente adhesivo de la dentina generando fracturas adhesivas y/o cohesivas entre el sistema adhesivo y la resina. De tal modo que para disminuir la contracción de copolimerización se debe programar la lámpara a menos de 180 mW/cm².¹ Es importante contar con una lámpara de polimerización que cumpla con las unidades para activación intrabucal necesarias cuya radiación oscile en un valor medio de longitud de onda de 470 nm. Esta consideración está referida a la calidad de la radiación, pero también es importante su cantidad para que el trabajo de polimerización sea convenientemente completado.

La manera correcta de colocar la lámpara de fotocurado es orientar la varilla de transmisión de manera paralela al eje longitudinal del diente formando un ángulo de 90° entre el eje longitudinal de la varilla de transmisión y la superficie del diente, posteriormente polimerizar durante 20 segundos. Cuando el adhesivo presenta el *primer* separado del *bond*, generalmente el *primer* no requiere fotoactivación, en tal caso luego de evaporar el solvente, se aplica el

bond, y sin esperar se elimina el exceso con un pincel seco, y entonces sí se procede a la fotoactivación.

5.6 USO DE ÁCIDO GRABADOR.

La tendencia actual es aplicar ácido fosfórico en gel tixotrópico o semigel con alta tensión superficial, presentando mínimos fenómenos de capilaridad y con colores contrastantes (azul, verde, violeta, rojo o amarillo) a fin de posicionar y visualizar las áreas que solamente requieran su accionar.

5.6.1 GRABADO SELECTIVO.

El grabado selectivo se refiere cuando el tejido adamantino es tratado con ácido fosfórico en alta concentración (35-37% con pH de 0.6), produciendo una reacción ácido-base con formación de sales solubles de fosfato de calcio que desmineralizan y producen una pérdida irreversible del tejido superficial. La pérdida de sustancia de 5 a 12 μm , depende de la concentración del ácido utilizado y del tiempo de exposición del mismo, esto implica la necesidad de proteger dientes contiguos a fin de evitar el acondicionamiento accidental de áreas no comprometidas.¹

Los patrones de grabado deseables son el tipo I y tipo II: el tipo I se caracteriza por la desmineralización de la cabeza o el cuerpo de la varilla adamantina, el tipo II es cuando el ácido actúa sobre el cuello o extremo caudal de la varilla adamantina creando en ambos aproximadamente microporos y microsurcos capilares que miden entre 10 y 25 μm de profundidad



FIGURA 5.4 *Patrones de grabado.*

con amplitud de 1.5 a 3.5 μm . Cuando el tiempo de grabado excede los 15 segundos se formará un patrón tipo III, caracterizado por una pérdida mayor

de tejido superficial disminuyendo la profundidad y aumentando la amplitud de los poros.

Sin embargo, el tiempo de grabado dependerá de la situación en que se encuentre la superficie a tratar, tomando en cuenta que el adhesivo a utilizar a pesar de sus hidrogeniones no es capaz por sí solo de acondicionar esmalte y dentina, por lo que es recomendable realizar grabado selectivo por 10 segundos en preparaciones cavitarias donde posteriormente el esmalte será expuesto nuevamente a un ácido, ahora en menor concentración. Por otro lado, donde el esmalte cuenta con menor espesor como es el caso de abfracciones, abrasiones y erosiones (cercanas al tercio cervical) se tendrá que disminuir el tiempo de grabado a 5 segundos.

5.6.2 GRABADO TOTAL.

Los ácidos utilizados para el acondicionamiento total (esmalte/dentina), eliminan el smear layer y los smear plugs, y desmineralizan la dentina en profundidad, posibilitando el aumento de la permeabilidad y difusión intratubular mediante la ampliación de la luz del túbulo. El uso de ácido fosfórico al 37% elimina parcialmente la fase mineral, la dentina cambia radicalmente su composición, siendo los cristales de hidroxiapatita sustituidos por fluido dentinario. El tiempo de grabado sobre superficie dentinaria no debe exceder los 5 segundos ya que la desmineralización genera pérdidas de balance fósforo-calcio de la dentina creando microfracturas en zona peri e intertubular, por lo tanto, no es recomendable en cavidades profundas; sobre cavidades superficiales o inclusive medias de dientes adultos si es posible aplicar el grabado total sin comprometer el riesgo pulpar ya que los fenómenos adhesivos son más eficientes a nivel de las paredes de contorno cavitario al encontrarse los túbulos dentinarios cortados longitudinalmente en forma de canales **Fig. 4.4**. Un dato muy importante a destacar es que el uso de ácido

en dentina no genera deterioro pulpar, sino que el daño es causado por las fallas adhesivas que contaminan el medio interno con microorganismos o acción citotóxica de los monómeros que puedan llegar a la pulpa.²⁸ Las fallas adhesivas son causadas por la permeabilidad que crea el ácido (5 micrones) donde será imbricado el adhesivo (3 micrones), creando un espacio desmineralizado y débil para recibir cargas por la tensión de contracción.²⁶

Mientras tanto en esmalte deberá ser colocado por no más de 10 segundos logrando un patrón de grabado tipo I y/o tipo II, excediendo ese tiempo se crea un patrón tipo III exponiendo al fracaso el proceso de adhesión.

5.7 INHIBICIÓN DE LAS METALOPROTEINASAS.

A fin de evitar el colapso de las fibras colágenas por acción activa de las MMP's posterior a nuestro protocolo adhesivo después del grabado ácido y antes de la colocación del adhesivo se recomienda el uso de clorhexidina al 2%. La clorhexidina (CHX) es utilizado en forma de digluconato de CHX, sustancia hidrosoluble que tiene la capacidad de liberar moléculas cargadas positivamente con efectos bacteriostáticos y bactericidas con efecto antimicrobiano prolongado, por tal caso después de su aplicación no deberá lavarse favoreciendo mantener su función. Se debe tener mucho cuidado al aplicar la CHX en preparaciones cavitarias cuyo remanente dentinario sea muy reducido entre el piso de la cavidad y el tejido pulpar, caso en el cual se debe colocar un material biocompatible que proteja el piso cavitario.³⁰

Más allá de inhibir y con el fin de evitar la activación de metaloproteinasas en cavidades profundas es evitar el uso de ácido fosfórico, el tratamiento ideal para lograrlo es desproteinizando con hipoclorito de sodio al 5.25% durante 45 segundos el sustrato dentinario sin alterar la dentina en piso pulpar, de tal

manera que sea recubierta por un ionómero de vidrio eludiendo el uso directo del adhesivo sobre el mismo que por capacidad de sus hidrogeniones lograrían activar las MMP's. con el único propósito de desinfectar la superficie dentinaria sin involucrar desmineralizaciones del mismo.

CAPÍTULO VI.

El uso de aislamiento absoluto es previo en todas las preparaciones dentales, siendo la base para el éxito del tratamiento adhesivo evitando la contaminación por fluidos sin exponer el sustrato dental a la humedad.

6.1 CAVIDADES SUPERFICIALES Y MEDIAS.



1. Desproteinización con hipoclorito de sodio al 5.25% frotando esmalte y dentina con un microbrush durante 45 segundos.

2. Lavar con agua a una presión constante durante 10 segundos y aplicar aire suave durante 5 segundos.



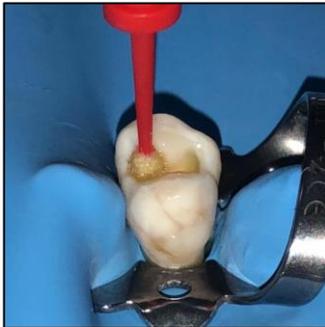
3. Aplicar grabado selectivo con ácido fosfórico al 37% durante 10 segundos.

4. Aspirar el ácido grabador con eyección de alta succión y lavar con agua a presión constante por 10 segundos.





5. Secar con aire suave durante 5 segundos.



6. Colocar la primera capa de adhesivo frotando esmalte y dentina durante 20 segundos.

7. Esperar 20 segundos sin frotar para que se integre el adhesivo, y aplicar aire suave por 5 segundos.



8. Colocar la segunda capa de adhesivo sin frotar y aplicar nuevamente aire por 5 segundos.



9. Polimerizar durante 20 segundos.

6.2 CAVIDADES PROFUNDAS.



1. Desproteinización con hipoclorito de sodio al 5.25% frotando esmalte y dentina con un microbrush durante 45 segundos.

2. Lavar con agua a una presión constante durante 10 segundos y aplicar aire suave durante 5 segundos.



3. Colocar base de ionómero de vidrio para disminuir el volumen cavitario dejando un espesor de la base al ángulo cavo superficial por lo menos de 4 mm.

4. Grabado selectivo con ácido fosfórico al 37% durante 10 segundos.



5. Aspirar el ácido grabador con eyección de alta succión y lavar con agua a presión constante por 10 segundos.

6. Secar con aire suave durante 5 segundos.



7. Colocar la primera capa de adhesivo frotando esmalte y dentina durante 20 segundos, esperar 20 segundos sin frotar para que se integre el adhesivo, y aplicar aire suave por 5 segundos.



8. Colocar la segunda capa de adhesivo sin frotar y aplicar nuevamente aire por 5 segundos.



9. Polimerizar durante 20 segundos.

6.3 DENTINA CON TRATAMIENTO ENDODÓNTICO.



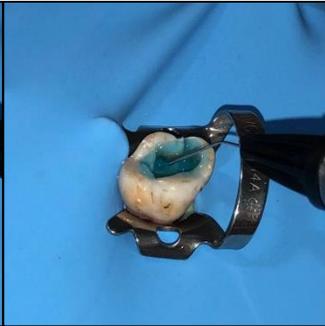
1. Humedecer previamente la cavidad con agua dejando toda la superficie hidratada.

2. Desproteinización con hipoclorito de sodio al 5.25% frotando esmalte y dentina con un microbrush durante 45 segundos.





3. Lavar con agua a una presión constante durante 10 segundos y aplicar aire suave durante 5 segundos.



4. Realizar grabado total (10 segundos en esmalte y 5 segundos en dentina).



5. Aspirar el ácido grabador con eyección de alta succión y lavar durante 10 segundos, aplicar aire por 5 segundos.



6. Colocar la primera capa de adhesivo frotando esmalte y dentina durante 20 segundos, esperar 20 segundos sin frotar para que se integre el adhesivo, y aplicar aire suave por 5 segundos.

7. Colocar la segunda capa de adhesivo sin frotar y aplicar nuevamente aire por 5 segundos.



8. Polimerizar durante 20 segundos.

6.4 DENTINA FRACTURADA.



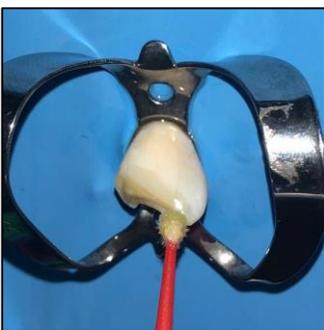
1. Una vez biselado el esmalte remanente realizar desinfección y desproteinización con hipoclorito de sodio al 5.25% frotando esmalte y dentina con un microbrush durante 45 segundos.

2. Lavar con agua a una presión constante durante 10 segundos y aplicar aire suave durante 5 segundos.



4. Grabado selectivo con ácido fosfórico al 37% durante 10 segundos.

5. Aspirar el ácido grabador con eyección de alta succión y lavar durante 10 segundos. Aplicar aire por 5 segundos.



6. Colocar la primera capa de adhesivo frotando esmalte y dentina durante 20 segundos, esperar 20 segundos sin frotar para que se integre el adhesivo.



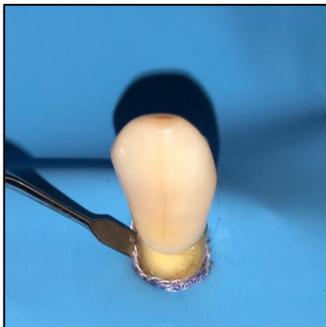
7. Secar con aire suave durante 5 segundos.

8. Colocar la segunda capa de adhesivo sin frotar y aplicar nuevamente aire por 5 segundos.



9. Polimerizar durante 20 segundos.

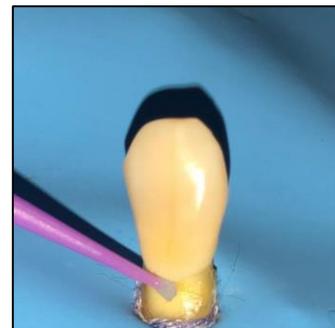
6.5 DENTINA ABRASIONADA, ABFRACCIONADA Y EROSIONADA.



1. Si la terminación de la lesión es subgingival hacer uso de hilo retractor.

2. Desinfección y desproteinización con hipoclorito de sodio al 5.25% frotando esmalte y dentina con un microbrush durante 45 segundos.

3. Lavar con agua a una presión constante durante 10 segundos y aplicar aire suave durante 5 segundos.

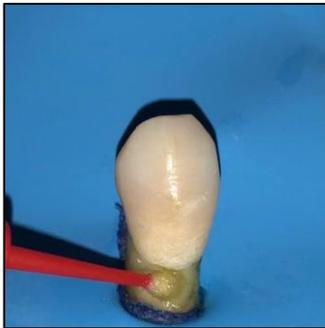




4. Colocar *liner* de ionómero de vidrio en las zonas de dentina profunda.



5. Grabado selectivo con ácido fosfórico al 37% durante 5 segundos.



6. Aspirar el ácido grabador con eyección de alta succión y lavar durante 10 segundos. Aplicar aire por 5 segundos.

7. Colocar la primera capa de adhesivo frotando esmalte y dentina durante 20 segundos, esperar 20 segundos sin frotar para que se integre el adhesivo, y aplicar aire suave por 5 segundos.



8. Colocar la segunda capa de adhesivo sin frotar y aplicar nuevamente aire por 5 segundos.

9. Polimerizar durante 20 segundos.

CONCLUSIÓN.

Conocer el sustrato dentinario es de gran importancia para entender el proceso adhesivo, y lograr identificar clínicamente que tipo de dentina está frente a nosotros, así como sus características específicas que puedan ser factor interviniente en el tratamiento de adhesión. Siempre se debe buscar el sellado de los túbulos dentinarios sin arriesgar la vitalidad pulpar mediante una protección cavitaria cuando ésta se encuentre comprometida, haciendo énfasis que los fenómenos adhesivos más eficientes ocurren a nivel de las paredes laterales o de contorno cavitario, donde existe mayor cantidad de colágeno intertubular.

Relevante recordar que el seguimiento de un protocolo con conocimiento basado en la evidencia científica sirve como guía para sistematizar el tratamiento adhesivo asegurando el éxito clínico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Uribe E., Elba G., Spadilero M. Adhesión a esmalte y dentina con adhesivos poliméricos. En: Gilberto Henostroza H, editor. Adhesión en odontología restauradora. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 71-111.
2. Gilberto Henostroza, Natalia H., Janett MAS. Perspectiva histórica. En: Gilberto Henostroza H, editor. Adhesión en odontología restauradora. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 13-26.
3. Omar N. Adhesivos dentales autograbadores: (VI generación) “Más de un solo paso” [Internet]. KIRU. Revista de la Facultad de Odontología; Vol 1, No. 1; 2004. [Consultado 23 Sep 2021]. Disponible en: https://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2004_v1n1/kiru2004v1n1art5.pdf
4. Chow LC, Brown WE. Phosphoric acid conditioning of teeth for pit and fissure sealants. [Internet] J Dent Res. 1973 Sep-Oct;52(5):1158. doi: 10.1177/00220345730520053501. PMID: 4517762. [Consultado 23 Sep 2021]. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4517762/>
5. Hervás García A. Composite resins: A review of the materials and clinical indications. Med. oral patol. oral cir.bucal [Internet]. 2006 Abr [Consultado: 23 Sep 2021] Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000200023&lng=es.
6. Martín Hernández J. Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. Av Odontoestomatol [Internet]. 2004 [Consultado: 25 Sep 2021];20(1): 19-32. Disponible en:http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852004000100003&lng=es
7. McLean JW, Wilson AD. Glass ionomer cements. Br Dent J 2004; 196(9): 514-5
8. Montoya Ayala Gonzalo. Aspectos bioquímicos de los tejidos dentales y del periodonto. En: Válera Bermejo J.M. Ecología Oral. Ciudad de México: Editorial El Manual Moderno; 2018. p. 36-65
9. De Souza Costa C., Hebling J. Biología del complejo dentino-pulpar en relación a su protección mediante adhesivos. En: Gilberto Henostroza H,

- editor. *Adhesión en odontología restauradora*. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 164- 193.
10. Gómez de Ferraris, M., Campos Muñoz A. *Histología embrionaria e ingeniería tisular bucodental*. México D.F., Editorial Médica Panamericana, 2009.
 11. Ten Cate. *Histología oral. Desarrollo, estructura y función*. 2ª Ed. Buenos Aires. Médica Panamericana. 1986.
 12. Visse R, Nagase H. *Matrix metalloproteinases and tissue inhibitors of metalloproteinases: structure, function, and biochemistry*. *Circ Res*. 2003; 92(8): 827-39.
 13. Zhang Shan-chuan, Kern M. *The role of host-derived dentinal matrix metalloproteinases in reducing dentin bonding of resin adhesives*. *Int. J. Oral Sci*. 2009; 1(4): 163-176.
 14. Brackett MG, Lib N. *The critical barrier to progress in dentine bonding with the etch-and-rinse technique*. *J. Dent*. 2011; 39(9): 238-248
 15. Eick JD. *Et al. The dentinal Surface: its influence on dentinal adhesion. Part III*. *Quintessence Int*. 24: 571-82
 16. Avery J. *Oral Development and histology. Second Edition*. Thieme Medical Publishers Inc. New York. USA. 1994.
 17. Fawzy AS. *Variations in collagen fibrils network structure and Surface dehydration of acid demineralized intertubular dentin: effect of depth and air-exposure time*. *Dent Mater*, 2010; 26: 35-45.
 18. Randow K, Glantz PO. *On cantilever loading of vital non-vital teeth. An experimental clinical study*, 44 (*Acta Odontol Scand* 1986), pp. 271-277.
 19. Loesche W. *Clinical and microbiological aspects of chemotherapeutic agents used according to the specific plaque hypothesis*. *J Dent Res* 1979; 58:2404.12.
 20. Banerjee A, Frencken JE, Schwendiche F, Innes N. *Contemporary operative caries management consensus recommendations on minimally invasive caries removal*. *Br Dent J* 2017; 223:215-22.
 21. Fusayama T. (1980) *New concepts in operative dentistry*. Quintessence Publishing Co. Chicago Illinois USA.

22. Davidson C. y Abdalla A. (1994) *Effect of occlusal load cycling on the marginal integrity of adhesive Class V restorations. American Journal of Dentistry.* 7:111-114.
23. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed., [versión 23.4 en línea]. <https://dle.rae.es/adhesi%C3%B3n>
24. ASTM-*Annual Book of ASTM* (1983).
25. Miller M. y Castellanos I. (2001). *Dental adhesives reality publishing Company. Houston. Texas. USA.*
26. Garone Filho Wilson. *Evolución de los sistemas adhesivos poliméricos.* En: Gilberto Henostroza H, editor. *Adhesión en odontología restauradora.* 1^a Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 112-138.
27. Steenbecker G. Oscar. *Fundamentos de la adhesión dental.* En: Gilberto Henostroza H, editor. *Adhesión en odontología restauradora.* 1^a Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 27-52.
28. Costa C. *Compatibilidad dentino-pulpar de los sistemas adhesivos. Odontología clínica a fines del milenio.* Ed. Kent-von Düring. Córdoba, Argentina; 1997. p.221-228
29. Moncada Gustavo, García Fonseca R. *Rol del 10-metacriloxidecilsulfato dihidrogenado en el cambio de paradigma de los sistemas adhesivos integrados en la dentina.* *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral.* [Internet]. 2014 Dic; 7(3): 194-199. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0718539114000093>
30. Vola Joanna. *Influencia de los inhibidores de las metaloproteinasas, agentes reticuladores y remineralización biomimética en la longevidad de la unión adhesiva. Parte I.* *Actas odontológicas.* [Internet]. Dic. 2014; 11(2): 10-21. Disponible en: <file:///C:/Users/MAURICIO/Downloads/957-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3697-1-10-20160321.pdf>

REFERENCIAS DE IMÁGENES.

Fig. 1.1 Gilberto Henostroza, Natalia H., Janett MAS. *Perspectiva histórica*. En: Gilberto Henostroza H, editor. *Adhesión en odontología restauradora*. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 14.

Fig. 1.2. ADA NEWS RSS. *Applications due in early december for dr. ray bowen student research award*. [Internet] Jackson, Tennessee, 2015. Disponible en: <https://randystaplesdds.com/applications-due-in-early-december-for-dr-ray-bowen-student-research-award/>

Fig. 1.3. Gilberto Henostroza, Natalia H., Janett MAS. *Perspectiva histórica*. En: Gilberto Henostroza H, editor. *Adhesión en odontología restauradora*. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 17.

Fig. 1.4 Freedman G., Kaver A. (*Dental adhesive systems: 7 Seven generations of evolution*). *Sistemas Adhesivos Dentales: 7 generaciones de evolución*. [Internet]. 2017. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/319532055>

Fig. 1.5 Gilberto Henostroza, Natalia H., Janett MAS. *Perspectiva histórica*. En: Gilberto Henostroza H, editor. *Adhesión en odontología restauradora*. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 21.

Fig. 2.1. Segovia Daniel E. *Análisis morfoestructural al microscopio electrónico de barrido, del efecto generado sobre dentina sana, luego de utilizar tres estrategias diferentes de adhesión*. Santiago-Chile, 2010. Disponible en: <https://cutt.ly/pTUYzBM>

Fig. 2.2. J.B. Forien. *Strong teeth: Nanostructures under stress make teeth crack resistant*. [Internet] HZB, 2015. Disponible en: https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=14226;sprache=en;seitenid=74699

Fig. 2.3. Montoya Ayala Gonzalo. *Aspectos bioquímicos de los tejidos dentales y del periodonto*. En: Válera Bermejo J.M. *Ecología Oral*. Ciudad de México: Editorial El Manual Moderno; 2018. p. 48.

Fig. 2.4. Garone Filho Wilson. *Evolución de los sistemas adhesivos poliméricos*. En: Gilberto Henostroza H, editor. *Adhesión en odontología restauradora*. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 120.

Fig. 2.5. Perdião J. Dentin bonding as function of dentin structure. [Internet] Dental Clinics of North America 46(2):277-301. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/11357669_Dentin_bonding_as_function_of_dentin_structure#pf7

Fig. 3.1. Alvarado Agudelo L., Zabala Aldana J. Micromodelamiento del comportamiento mecánico de la dentina humana con y sin patología. [Internet]. Bogota-Colombia, 2019. Disponible en: <https://cutt.ly/tTUCq9m>

Fig. 3.2. Uribe E., Elba G., Spadiliero M. Adhesión a esmalte y dentina con adhesivos poliméricos. En: Gilberto Henostroza H, editor. Adhesión en odontología restauradora. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 91.

Fig. 3.3. Uribe E., Elba G., Spadiliero M. Adhesión a esmalte y dentina con adhesivos poliméricos. En: Gilberto Henostroza H, editor. Adhesión en odontología restauradora. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 85.

Fig. 3.4. Sanzio Marques. Un nuevo concepto en la estratificación con resinas compuestas. [Internet] Dental Tribune, 2015. Disponible en: <https://la.dental-tribune.com/clinical/un-nuevo-concepto-en-la-estratificacion-con-resinas-compuestas/>

Fig. 3.5. Benmehdi y cols. Lesiones cervicales no cariosas y su asociación con la periodontitis. [Internet]. Rev. P.O, 2009;19(3):179-185. Disponible en: http://www.sepa.es/images/stories/SEPA/REVISTA_PO/articulos.pdf/19-3_04.pdf

Fig. 3.6. Wood I, Jawad Z, Paisley C, Brunton P. Non-cariouse cervical tooth surface loss: a literature review. [Internet]. J Dent. 2008 Oct;36(10):759-66. Disponible en: <https://odontoactualizando.blogspot.com/2013/10/lesiones-cervicales-no-cariosas.html>

Fig. 3.7. Benmehdi y cols. Lesiones cervicales no cariosas y su asociación con la periodontitis. [Internet]. Rev. P.O, 2009;19(3):179-185. Disponible en: http://www.sepa.es/images/stories/SEPA/REVISTA_PO/articulos.pdf/19-3_04.pdf

Fig. 4.1. Villarreal Becerra E. Función de las sustancias antioxidantes sobre esmalte blanqueado con peróxido de hidrógeno ante la adhesión inmediata de composites y sus cambios estructurales y morfológicos superficiales. [Internet].

Tesis doctoral. Bienio 2002-2004. Disponible en: <https://docplayer.es/45666691-Departamento-de-ciencias-morfologicas-y-odontoestomatologia-universidad-de-barcelona.html>

Fig. 4.2. Uribe E., Elba G., Spadiliero M. Adhesión a esmalte y dentina con adhesivos poliméricos. En: Gilberto Henostroza H, editor. Adhesión en odontología restauradora. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 96.

Fig. 4.3. Uribe E., Elba G., Spadiliero M. Adhesión a esmalte y dentina con adhesivos poliméricos. En: Gilberto Henostroza H, editor. Adhesión en odontología restauradora. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 98.

Fig. 4.4. Camejo S., González B. Protección dentino-pulpar. [Internet]. Acta odontológica venezolana, 1999;37(3). Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/1999/3/art-33/>

Fig. 5.1. Villavicencio Carlos. Sistemas adhesivos. [Internet]. Odontología restauradora. Blog. Disponible en: <https://odontologiarestauradora.com.br/b2-acmci>

Fig. 5.2. Steenbecker G. Oscar. Fundamentos de la adhesión dental. En: Gilberto Henostroza H, editor. Adhesión en odontología restauradora. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 49.

Fig. 5.3. Pereira José C., Destefani Segala A. Sensibilidad post restauración adhesiva: causas y tratamiento. En: Gilberto Henostroza H, editor. Adhesión en odontología restauradora. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 427

Fig. 5.4. Gilberto Henostroza, Natalia H., Janett MAS. Perspectiva histórica. En: Gilberto Henostroza H, editor. Adhesión en odontología restauradora. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 15.

Imágenes Capítulo VI: Protocolo adhesivo para cada tipo de dentina:
FUENTE DIRECTA. Col. Diana Laura Martínez Venancio.

ANEXOS.

COMPOSICIÓN Y CONCENTRACIÓN DE HIDROGENIONES DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS.

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

Uribe E., Elba G., Spadilero M. Adhesión a esmalte y dentina con adhesivos poliméricos. En: Gilberto Henostroza H, editor. Adhesión en odontología restauradora. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 100.

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS.

SISTEMAS ADHESIVOS

Clasificación.

SISTEMAS ADHESIVOS.			
ACONDICIONAMIENTO PREVIO. ETCH AND RINSE		AUTO ACONDICIONADORES. SELF-ETCH	
1.-ÁCIDO 	1.-ÁCIDO 	1.-"PRIMER" ÁCIDO 	1.-"PRIMER" ÁCIDO/AG. ADHESIVO (CON MEZCLA) 
2.-"PRIMER" 	2.-"PRIMER"/AGENTE ADHESIVO 	2.-AGENTE ADHESIVO 	(SIN MEZCLA) 
3.-AGENTE ADESHIVO 			

- Garone Filho Wilson. Evolución de los sistemas adhesivos poliméricos. En: Gilberto Henostroza H, editor. Adhesión en odontología restauradora. 1ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 112-138.

Garone Filho Wilson. Evolución de los sistemas adhesivos poliméricos. En: Gilberto Henostroza H, editor. Adhesión en odontología restauradora. 2ª Ed. Curitiba: MAIO; 2003. p. 116.