

143



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

SISTEMAS ADHESIVOS

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A :

JUAN FLORES FUERTE

299402



DIRECTORA: C.D. MA. DEL CARMEN LOPEZ TORRES

ASESOR: C.D. GASTON ROMERO GRANDE

MEXICO, D.F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

	PÁGINAS
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	2
CAPÍTULO 1. COMPOSICIÓN HISTOLÓGICA DE ESMALTE Y DENTINA.	5
1.1 Esmalte	5
1.1.1 Generalidades	5
1.1.2 Cubiertas superficiales del esmalte	8
1.1.3 Propiedades físicas	8
1.1.4 Composición química	10
1.1.5 Unidad estructural básica del esmalte	12
1.1.5.1 Esmalte prismático	12
1.1.6 Unidades estructurales secundarias del esmalte	14
1.1.6.1 Estrías de Retzius	14
1.1.6.2 Laminillas o fisuras del esmalte	15
1.1.6.3 Penachos de Linderer	15
1.1.6.4 Bandas de Hunter-Schreger	16
1.1.6.5 Esmalte nudoso	16

1.1.6.6 Conexión amelodentinaría	16
1.1.6.7 Husos adamantinos	17
1.1.6.8 Perinquitmatías y líneas de imbricación.	17
1.2 Dentina	18
1.2.1 Propiedades físicas	20
1.2.2 Composición química	21
1.2.3 Estructura histológica de la dentina	22
1.2.3.1 Unidades estructurales básicas	23
1.2.3.1.1 Túbulos dentinarios	23
1.2.3.1.2 Matriz intertubular	25
1.2.4 Clasificación histogenética de la dentina	26
1.2.4.1 Dentina primaria	26
1.2.4.2 Dentina secundaria	26
1.2.4.3 Dentina terciaria	27
1.2.5 Histofisiología	28
1.2.5.1 Actividad defensiva	29
1.2.5.1.1 Dentina translúcida o esclerótica	29
1.2.5.1.2 Dentina opaca	30

CAPÍTULO 2. MECANISMOS DE ADHESIÓN	33
2.1 Concepto de adhesión	34
2.2 Generalidades	35
2.2.1 Uniones interatómicas primarias	35
2.2.1.1 Uniones iónicas	35
2.2.1.2 Uniones covalentes	36
2.2.1.3 Uniones metálicas	36
2.2.2 Uniones interatómicas secundarias	36
2.2.2.1 Enlace de hidrógeno	37
2.2.2.2 Fuerzas de Van der Waals	37
2.2.3 Adhesión y enlace	37
2.2.3.2 Energía de superficie	38
2.2.3.3 Humedecimiento	39
2.2.3.4 Ángulo de contacto del humedecimiento	40
2.2.3.5 Condiciones necesarias para la adhesión	41
2.2.4 Adhesión mecánica	43
2.2.4.1 Sistemas macromecánicos	44
2.2.4.2 Sistemas micromecánicos	44
2.2.5 Adhesión Química	44

CAPÍTULO 3. ADHESIÓN A LOS TEJIDOS

DENTARIOS

46

3.1 Adhesión al esmalte

56

3.1.1 Técnica de grabado ácido del esmalte

56

3.1.2 Agentes de grabado basándose en ácido fosfórico

59

3.1.3 Agentes de grabado del esmalte alternativo

61

3.2 Adhesión a la dentina

63

3.2.1 Solventes

66

3.2.2 Rellenos

66

3.2.3 Preparador dentinario

67

3.2.4 Características del adhesivo

68

3.2.5 Membrana adhesiva

68

CAPITULO 4. CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS

ADHESIVOS

72

4.1 Clasificación clásica

73

4.1.1 Primera generación

73

4.1.2 Segunda generación

74

4.1.3 Tercera generación

75

4.1.4 Cuarta generación

77

4.1.5 Quinta generación

81

INTRODUCCIÓN.

La odontología desde que existe, siempre ha buscado la unión entre las restauraciones y el tejido dental; inicialmente con elementos de anclaje y luego, uniendo la restauración mediante retención micro mecánica al diente. Primero solo al esmalte y actualmente al esmalte y dentina.

Los adhesivos en odontología evolucionan con gran rapidez, desarrollándose así muchos adhesivos nuevos, lo cual obliga al cirujano dentista a actualizarse a este respecto, ya que hoy en día no solo es importante la estética, sino también una mayor efectividad en cuanto a la unión de la restauración y el tejido dental, logrando con esto, no solo un objetivo restaurador sino también preventivo, obteniendo así la longevidad clínica de los materiales de restauración.

El crecimiento de la odontología adhesiva ha sido posible por el desarrollo de adhesivos dentales potentes. La fuerza de adhesión e integridad marginal a aumentado, las técnicas de aplicación se han simplificado infinitamente, en comparación con los adhesivos originales.

Los actuales sistemas de adhesión, no sólo proporcionan una mejor unión del material de restauración al tejido dentario sino además bloquean parcialmente el flujo intra tubular gracias al uso de resinas hidrofílicas capaces de penetrar en el interior de los túbulos dentinarios, previo acondicionamiento de la dentina.

El conocimiento de la histología dental es de gran importancia para el éxito de una adecuada adhesión de la restauración a los tejidos dentales y así obtener un alto índice de efectividad en la restauración.

ANTECEDENTES.

Desde la época prehispánica, nuestros antepasados ya daban una gran importancia a la odontología estética ellos utilizaban las incrustaciones de obsidiana o alguna otra piedra preciosa en los dientes frontales como algo estético esto denotaba poder y riqueza; desde entonces se utilizó el mecanismo de adhesión.

En todas las épocas ha existido preocupación por el funcionamiento del sistema estomatognatico y con ello la preservación dental, por lo tanto se comenzaron a usar restauraciones protésicas con fines fisiológicos, así se buscaron materiales que sirvieran como medio de unión entre el tejido dental y la restauración, de esta necesidad surgen los cementos dentales, los cuales fueron los primeros en utilizar la traba mecánica para favorecer la adhesión.

El cemento de carboxilato de zinc, fue el primer cemento de adhesión específica. Años más tarde surgió el ionomero de vidrio, que no sólo tiene adhesión específica al diente sino que tiene propiedades anticariogénicas.

Después de que Buonocore en 1955 inventó la técnica del grabado ácido del esmalte y de que Bowen en 1960 introdujo la resina Bis-GMA, primer agente de unión al esmalte; la adhesión de resinas al esmalte se generalizó.
(2)

En 1980 Fusayama; propuso grabar la dentina para crear microretenciones como en el esmalte sin tomar en cuenta que la dentina es un sustrato orgánico y en el interior de los túbulos existe una presión de fluidos que dificultan la penetración de una sustancia hidrofóbica como las resinas de entonces.

El puente Maryland en el año de 1981, fue el primer trabajo protésico en el que como única fuerza de retención se emplea la adhesión.

Horn en 1983, desarrolla el grabado de la porcelana con la aplicación del ácido fluorhídrico. Las carillas de porcelana fueron el primer exponente de estas técnicas.

En 1984 MacIaghlin, uso los silanos, desarrollando el concepto de "fusión dental," unión de porcelana-cemento de resina-diente.

En 1986 se desarrolla la cerámica tipo IPS-Empress; en este año Gasspole y Erikson demostraron que el grabado del esmalte solo requería de 15".

En 1987, el Scotchbond-2 fue el primer adhesivo en recibir la aceptación provisional de la ADA, el Tenure le siguió.

Nakabayahsi en 1982, describe la denominada capa híbrida, mecanismo de adhesión actual. A partir de estos surgen los adhesivos de 4ª generación (basados en el grupo 4-meta).

Van Meerkeek describe tres zonas en la capa híbrida.

En el año de 1994 aparecen los adhesivos dentinarios de 5ª generación (monocomponentes).

COMPOSICIÓN HISTOLÓGICA DE ESMALTE Y DENTINA.

El éxito en odontología clínica requiere del conocimiento de la fisiología, naturaleza anatómica, y composición del diente.

La odontología que no respeta los parámetros físicos, químicos y biológicos de los tejidos dentarios conduce hacia un prematuro fracaso restaurador, integridad coronaria comprometida, caries recurrente, incomodidad del paciente, o hasta necrosis pulpar. Esto dentro de un marco biológico que es válido para los materiales, principios y técnicas que constituyen la odontología operatoria. (4)

1.1 ESMALTE

1.1.1 GENERALIDADES

El esmalte proporciona una capa protectora para los tejidos vitales, como son la dentina y la pulpa.

El esmalte es el tejido más duro del organismo debido a que está constituido por millones de prismas muy mineralizados que lo recorren en todo su espesor, desde la conexión amelodentinaria (CAD) a la superficie externa o libre en contacto con el medio bucal. (6)

En la madurez, el esmalte tiene un volumen de 96% de mineral inorgánico apatita fósforo y calcio; contiene una pequeña cantidad de matriz orgánica y 4%-12% de agua, contenido en los espacios-inter cristalinos y en un retículo de microporos abiertos hacia la superficie.

Estos forman una conexión entre la cavidad oral y los fluidos sistémicos pulpaes y fluidos de los túbulos dentinarios. (4) (5).

El esmalte es un tejido epidermal mineralizado, el gel de la matriz se forma primero. El calcio y el fósforo en la forma de hidroxiapatita son sembrados en la matriz en desarrollo y comienza a cristalizar, aumentar y sustituir la matriz orgánica.

La mayoría de los cristales de hidroxiapatita se encuentran en forma inmadura, donde los iones o moléculas están ausentes y ocurren sustituciones extrínsecas para desestabilizar el control y hacerlo más soluble. En el esmalte maduro, los cristales hexagonales unidos tienen 25 a 39 nm, de espesor y 45 a 90 nm de ancho. Las proteínas de la matriz, enamelinas, forman una cáscara sobre o alrededor de cada cristal.

La deposición cristalina forma las unidades básicas, estructurales del esmalte, los prismas o bastones. (4)

Los cristales de hidroxiapatita son de naturaleza iónica ya que la hidroxiapatita es un compuesto de iones fosfato y calcio junto con un grupo hidroxilo, lo cual hace considerarlo como un fosfato de calcio hidratado.

Los prismas del esmalte se describen como un ojo en forma de cerradura, el eje axial de los cristales se ubica paralelo al mismo.

Cada prisma atraviesa el espesor completo del esmalte. Estos prismas están rodeados de sustancias Interprismática de los prismas adyacentes; a esta interfase se le llama vaina interprismática, en ella se localizan microporos y cantidades grandes de matriz orgánica.

El espacio y orientación de los cristales y la cantidad de matriz orgánica, se hacen solubles del límite del prisma al núcleo central cuando, son expuestos a un ácido por un breve periodo.

El espesor del esmalte y el grado de mineralización son mayores en las superficies oclusales o incisales donde se manifiestan los contactos masticatorios (4).

Hay una serie de características que hacen que el esmalte sea un tejido único. Estas características son:

1º. Deriva embriológicamente del ectodermo y se forma a partir del órgano dental u órgano del esmalte, el cual a su vez se origina de una proliferación localizada del epitelio bucal.

2º. La matriz orgánica del esmalte es de naturaleza proteica con agregado de polisacáridos, y en su composición no participa el colágeno.

3º. Los cristales de hidroxiapatita del esmalte se hallan empaquetados y son de mayor tamaño que el de los otros tejidos mineralizados. Estos cristales son susceptibles a la acción de los ácidos esto favorece el inicio de la caries dental.

4º. Las células secretoras del tejido adamantino, los ameloblastos, tras completar la formación del esmalte, desaparecen durante la erupción dentaria. Esto quiere decir que no hay crecimiento ni nueva aposición del esmalte después de la erupción.

5º. El esmalte maduro no contiene células ni prolongaciones celulares. Las células que le dan origen, no quedan incorporadas a él y por ello el esmalte es un tejido acelular, avascular y sin inervación.

6º. El esmalte, frente a una agresión física, reacciona con pérdida de la sustancia siendo incapaz de repararse, es decir, no se reconstruye, aunque puede haber remineralización.

1.1.2 CUBIERTAS SUPERFICIALES DEL ESMALTE

Cutícula del esmalte: Llamada también membrana de Nasmyth, cutícula primaria o película primitiva, consiste en una muy delgada membrana que cubre toda la corona del diente recién erupcionado, y que corresponde a la última secreción de los ameloblastos. Es una membrana adherida muy fuerte a la superficie del esmalte, que pueden tener la función de protegerlo, durante el período de erupción dentaria, pero desaparece cuando el diente entra en oclusión por acción del acto masticatorio o del cepillado

Película secundaria, exógena o adquirida: el esmalte está cubierto por una película formada por un precipitado de proteínas salivales y elementos inorgánicos provenientes del medio bucal. Es una película clara, acelular y exenta de bacterias que vuelve a formarse a las pocas horas de haber limpiado mecánicamente la superficie adamantina. Sobre ella se forma la placa dental o bacteriana que es la colonización bacteriana, de la superficie de la película adquirida.

La placa presenta una matriz proteica blanda en la que se encuentran bacterias o microorganismos patógenos de distintos tipos. (6)

1.1.3 PROPIEDADES FISICAS

En el esmalte se encuentran las siguientes propiedades:

Dureza: es la resistencia superficial de una sustancia a sufrir deformaciones de cualquier índole, motivada por presiones. Presenta una dureza que corresponde a cinco en la escala de Mosh (es una escala de uno a diez que determina la dureza de ciertas sustancias) y equivale a la apatita. La dureza adamantina decrece desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria o sea que está en relación directa con el grado de mineralización.

Elasticidad. Es muy escasa depende de la cantidad de agua y de sustancia orgánica que posee. Por ello es un tejido frágil, con tendencia a la macro y microfracturas, cuando no tienen un apoyo dentinario elástico. Debemos tenerlo en cuenta al tallar las paredes cavitarias: que no queden sin el soporte dentinario correspondiente

Color y transparencia. El esmalte es translúcido, el color varía entre un blanco amarillento a un blanco grisáceo pero este color no es propio del esmalte, sino que depende de las estructuras subyacentes, en especial de la dentina.

En las zonas de mayor espesor, tiene tonalidades grisáceas (cúspides) y en donde es más delgado (cervical) presenta un color blanco-amarillento. La transparencia puede atribuirse a variaciones en el grado de descalcificación y homogeneidad del esmalte. Cuanto más mineralizado más transparente será.

Permeabilidad. Es extremadamente escasa y se ha visto que el esmalte puede actuar como una membrana semipermeable, permitiendo la difusión de agua y de algunos iones en el medio bucal.

Se cree que existen vías submicroscópicas de transporte molecular, el agua actuaría como agente transportador de iones en la matriz adamantina. Este sistema submicroscópico de poros se aprovecha para llevar a cabo el primer nivel de prevención, en el aporte de fluoruros.

Los iones de flúor sustituyen los grupos hidróxilo del cristal de apatita y lo toman menos soluble a los ácidos, lo que hace más resistente la superficie externa del esmalte al ataque de caries.

La propiedad de semipermeabilidad es muy reducida en los dientes viejos.

Radioopacidad. (Oposición al paso de los rayos Roetgen), es muy alta en el esmalte, ya que es un tejido muy mineralizado. En radiografías dentales aparece como un capuchón blanco y en ellas las zonas afectadas por caries son detectables por tener disminuida la radioopacidad (radioiúcida u oscuras) debido a la alteración y descalcificación del área afectada.

Fluorescencia. Es la propiedad del esmalte de emitir luz cuando recibe ciertas radiaciones.

1.1.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA

Como ya se menciona el esmalte está formado químicamente por una matriz orgánica, una matriz inorgánica y agua.

Matriz orgánica. El componente orgánico más importante es de naturaleza proteica, y constituye un sistema de multiagregados polipéptidicos que no han sido caracterizados de forma definitiva.

Entre las proteínas presentes en mayor o menor medida en la matriz orgánica del esmalte, en las distintas fases de su formación, se destacan:

1.- Las amelogeninas, moléculas hidrofóbicas, fosforiladas y glicosiladas, ricas en prolina, glutámico, histidina y leucina, que son las más abundantes y que disminuyen a medida que aumenta la madurez del esmalte. Se localizan entre los cristales de las sales minerales.

2.- Las enamelinas, moléculas hidrofílicas, glicosiladas, ricas en serina, aspártico y glicina, que se localizan en la periferia de los cristales formando las proteínas de cubierta.

3.- Las ameloblastinas o amelinas que inmunohistoquímicamente se localizan en las capas más superficiales del esmalte y en la periferia de los cristales.

4.- La tuffelina (proteína de los flecos) que se localizan en la zona de unión amelodentinaria al comienzo del proceso de formación del esmalte.

Además de estas proteínas específicas en la matriz orgánica del esmalte existen proteínas séricas, enzimas y pequeños porcentajes de condroitín 4-sulfato, condroitín 6-sulfato, y lípidos.

Matriz inorgánica. Está constituida por sales minerales cálcicas básicamente fosfato y carbonato. Dichas sales, se depositan en la matriz del esmalte, dando origen a un proceso de cristalización que transforma la masa mineral en cristales de hidroxiapatita. En el esmalte a diferencia de la dentina y el tejido óseo no parece existir fosfato cálcico amorfo. Existen sales minerales de calcio como carbonatos y sulfatos, y oligoelementos como potasio, magnesio, hierro, flúor, manganeso, cobre, etc. Los iones flúor pueden sustituir a los grupos hidroxilo en el cristal de hidroxiapatita y convertirlo en un cristal de fluorhidroxiapatita que lo vuelve resistente a la acción de los ácidos y más resistente a la caries.

Los cristales de sales minerales en el esmalte son más voluminosos que los que existen en la dentina y el tejido óseo, estos alcanzan una longitud de 100- 1.000 nm, una anchura de 30-70 nm y una altura de 10-40 nm. En relación con la morfología de los cristales del esmalte estos presentan una morfología de hexágonos.

Independientemente de la forma de los cristales de hidroxiapatita, los mismos están constituidos por la agregación de las llamadas células o celdillas unitarias que son las unidades básicas de la asociación iónica de sales minerales en el seno del cristal. Existe otro grupo de iones de calcio dispuestos en la periferia del hidroxilo y por dentro del anterior hexágono de calcio. Los iones fosfato se colocan entre los iones de calcio que ocupan los vértices del hexágono externo.

Agua. Es el tercer componente de la composición química del esmalte. Se localiza en la periferia del cristal constituyendo la llamada capa de hidratación, o capa de agua adsorbida. Por debajo y más hacia el interior, en el cristal, se ubica la denominada capa de iones y compuestos adsorbidos. El porcentaje de agua en el esmalte disminuye cada vez más con la edad.

1.1.5 UNIDAD ESTRUCTURAL BÁSICA DEL ESMALTE.

La unidad estructural básica de este tejido son los prismas del esmalte, compuestos de cristales de hidroxiapatita.

El conjunto de prismas del esmalte forma el esmalte prismático que constituye la mayor parte de este tejido dentario. En la periferia de la corona y en la conexión amelodentinaria (CAD) existe el llamado esmalte aprismático en el que la sustancia adamantina mineralizada no constituye ni configura prismas.

1.1.5.1 ESMALTE PRISMÁTICO

Morfología de los prismas: Son estructuras longitudinales de 4 μm de espesor promedio, que se dirigen desde la conexión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte. En relación con su longitud es mayor que el propio espesor del esmalte, pues el curso de los prismas es sinuoso.

El diámetro de los prismas varía entre 4-10 μm , es menor en su punto de origen y aumenta gradualmente a medida que se acerca a la superficie libre. El número de prismas varía de acuerdo con el tamaño de la corona entre 5 y 12 millones.

Se ha distinguido en los prismas dos regiones: la cabeza o cuerpo y la cola:

La cabeza corresponde a la región más ancha y se halla limitada por superficies cóncavas, el diámetro de la misma es de 5 μm ; la región de la cola es la más delgada, la cual está situada debajo de la cabeza. Los prismas del esmalte son estructuras que se encuentran estrechamente asociados unas con otras y hay que indicar a este respecto que las cabezas de los prismas se encuentran siempre ubicadas entre las colas de los prismas suprayacentes y las colas de cada prisma ubicadas entre las cabezas de los prismas subyacentes. Estos sistemas de engranajes entre los prismas confieren mayor resistencia al esmalte, pues la cabeza soporta los choques de las fuerzas de la masticación y las colas las distribuyen y las disipan. El material orgánico es muy escaso y se distribuyen en la periferia de los prismas rodeando la estructura en ojo de cerradura cabeza y cola descritas anteriormente. Este material orgánico es muy insoluble y corresponde a la vaina de los prismas.

Los prismas presentan en condiciones normales tres patrones morfoestructurales distintos cuando se utiliza la técnica de grabado ácido. Esta técnica permite grabar la superficie dentaria y diluir el esmalte a una profundidad de 10 micras, facilitando la adhesión de los distintos materiales de restauración.

La técnica de grabado ácido permite establecer tres patrones diferentes:

Patrón tipo I: el centro del prisma aparece erosionado permaneciendo insoluble la periferia.

Patrón tipo II: La periferia de los prismas aparece erosionada y permanece insoluble la zona central.

Patrón tipo III: se produce una erosión generalizada, o una combinación de las dos anteriores.

Los prismas están constituidos por cristales de hidroxiapatita.

1.1.6 UNIDADES ESTRUCTURALES SECUNDARIAS DEL ESMALTE

Las unidades estructurales secundarias se definen como aquellas estructuras o variaciones estructurales que se derivan de las unidades estructurales primarias, como resultado del diferente grado de mineralización o del cambio del recorrido de los prismas y de la interrelación del esmalte con la dentina subyacente. Entre las primeras se encuentran las estrías de Retzius, las laminillas o fisuras del esmalte y los penachos de Linderer; entre las segundas encontramos las bandas de Hunter- Schreger y el esmalte nudoso y entre las terceras la conexión amelodentinaria, los husos adamantinos y las perinquematías y líneas de imbricación de Puckerill.

1.1.6.1 Estrías de Retzius

Son estructuras que aparecen en los preparados por desgaste en forma de bandas de color parduzco o castañas con luz transmitida y claras con luz reflejada. Existe una estría más sobresaliente que las demás y que coincide con el nacimiento. Dicha estría se denomina línea neonatal (línea de Rusthon-Orban).

Las estrías de Retzius marcan la sucesiva aposición de capas de tejido durante la formación de la corona, por esto también reciben el nombre de líneas incrementales. Dichas líneas se relacionan con períodos de reposo en la mineralización y por lo tanto indicarían zonas menos mineralizadas. Aunque se sugiere que su origen también podría deberse a un retraso en la producción de la matriz o a trastornos en el sitio de la mineralización.

1.1.6.2 Lamínillas o fisuras del esmalte

Las laminillas o fisuras del esmalte son formaciones comparable con fallas geológicas, finas y delgadas, que se extienden en forma rectilínea desde la superficie del esmalte hasta la dentina e incluso pueden penetrar en ella.

Existen dos tipos generales de fisuras, las fisuras primarias producidas en un diente en erupción y las fisuras secundarias, una vez producida dicha erupción. Las primarias están constituidas por matriz del esmalte no mineralizado o por células que proceden del órgano del esmalte.

1.1.6.3 Penachos de Linderer.

Son estructuras semejantes a las fisuras del esmalte. Se extiende en el tercio interno del esmalte y se despliegan desde el límite amelodentinario.

Se cree que los penachos de Linderer se forman en el desarrollo debido a cambios bruscos en la dirección en grupos de prismas debido a la orientación de algunos ameloblastos en la amelogénesis y a que los penachos están formados básicamente por tejido poco mineralizado ricos en proteínas del esmalte.

1.1.6.4 Bandas de Hunter-Schreger

Son unas bandas claras y oscuras denominadas parazonas y diazonas, de anchura variable y límites imprecisos, que se observan en el esmalte ocupando las cuatro quintas partes más internas del mismo. Se encuentran en todos los dientes permanentes y aun en los que no se ha completado su formación.

1.1.6.5 Esmalte nudoso

El esmalte nudoso es una zona del esmalte prismático que se localiza en las regiones de las cúspides dentarias y está formado por una interrelación de prismas o bastones. Su origen radica en que los planos circunferenciales de los prismas con sus ondulaciones se interrelacionan entre sí.

El entrecruzamiento de los prismas es un factor que aumentaría la resistencia del esmalte, pues está ubicada en las zonas más expuestas a la acción masticatoria. Su origen se debe a que durante las primeras fases de la amelogénesis los ameloblastos se mueven hacia la periferia de manera irregular.

1.1.6.6 Conexión amelodentinaria

Corresponde a la zona de relación entre el esmalte y la dentina y constituye un nivel estructural importante para asegurar la retención firme del esmalte sobre la dentina. El origen de la conexión amelodentinaria se realiza en los primeros estadios en la morfogénesis dentaria y señala la ubicación de la membrana basal existente entre odontoblastos y ameloblastos antes de que comiencen los respectivos mecanismos de mineralización.

1.1.6.7. Husos adamantinos.

Los husos adamantinos son estructuras con aspecto de clava o mazas irregulares que se encuentran a nivel de la CAD (Conexión Amelodentinaria). Corresponden a formaciones tubulares con fondo ciego que alojan en su interior a las prolongaciones de los odontoblastos que discurren por los tubulos dentinarios. La penetración de dichas prolongaciones en el esmalte se realiza a la mineralización del mismo, ubicándose entre los ameloblastos y persistiendo en el interior del esmalte cuando este se mineraliza.

Los procesos odontoblasticos en general terminan en extremo afilado y que se encuentran en cualquier sitio de la CAD, son llamados procesos odontoblásticos remanentes, que también se llamaban anteriormente "conductos o túbulos dentinarios penetrantes", pues no pueden penetrar en el esmalte una vez que este se ha mineralizado. Los que se ubican en las cúspides o bordes incisales y son verdaderas clavav o mazas por su aspecto y tamaño, son los que se denominan husos adamantinos.

1.1.6.8 Periquimatías y líneas de imbricación de Pickerill.

Son formaciones muy relacionadas con las estrías de Retzius por una parte y la periferia medio ambiental por la otra. Son surcos poco profundos existentes en la superficie del esmalte, generalmente en la porción cervical de la corona. Entre los surcos, las superficies del esmalte forma unos rodetes, crestas bajas o rebordes transversales denominadas perinquimatias.

Las perinquimáticas son más marcadas en los dientes permanentes recién erupcionan y tienden a desaparecer con la edad, como consecuencia del desgaste fisiológico, es por ello que las personas de edad presentan un esmalte de superficie lisa.

1.2 DENTINA

La función de la dentina coronal proporciona una base elástica para el esmalte frágil. Junto con la dentina radicular, la cual está cubierta por cemento, la dentina forma la mayor parte del diente. Es un tejido sin suministro vascular o innervación, pero es capaz de responder a los estímulos externos térmicos, químicos o táctiles.

La resistencia del diente y su rigidez se obtienen por un sustrato dentinario intacto. (4)

La dentina es un tejido vivo completo compuesto del 65% de hidroxiapatita, 20% de materia orgánica y el 15 % de agua. Los cristales de hidroxiapatita son aplanados, más pequeños que los del esmalte. El componente orgánico de la dentina está constituido por fibrillas de colágena y una sustancia intercelular de muco polisacáridos. Estas fibras forman la matriz dentinaria sobre la cual se depositan los cristales de hidroxiapatita formando así el tejido dentinario mineralizado final.

La dentina está surcada por un sistema de tubulos que tienen su origen en la pulpa y terminan en una red ramificada cercana a las uniones amelodentinarias y amelocementarias. (5)

Se encuentran dos tipos diferentes de dentina: el componente estructural primario, (1) dentina intertubular, la hidroxiapatita incrustada en la matriz de colágena entre los túbulos y dentina peritubular, libre de colágena; la pared tubular esta hipermineralizada. (4) .

De los dos tipos de dentina la peritubular es la más mineralizada. Es mas gruesa en la zona externa que en la interna, haciendo más pequeño el diámetro tubular hasta 1mm, cerca de la unión amelodentinaria.

Esto es importante clínicamente ya que el grabado de las paredes dentinarias, en la preparación de la cavidad con ácido aumenta el diámetro del orificio tubular, desmineralizando la dentina peritubular. (5)

La permeabilidad de la dentina esta relacionada con su función protectora. Cuando la "capa" externa del esmalte o cemento se pierde por caries, preparación con fresas, abrasión o erosión, los tubulos llegan a ser conductos entre la pulpa y el medio oral externo. Los conductos se extienden hacia la superficie, y llegan al medio oral, provocando así la comunicación entre este y la pulpa, de manera que colocan en riesgo al diente de una pulpitis y de la sensibilidad. (4)

La dentina es sensible a los estímulos térmicos, táctiles químicos y osmóticos, la dentina no esta vascularizada ni innervada, excepto para un 20% de tubulos que tienen fibras nerviosas penetrando la capa de dentina interna por no más de unos pocos micrones. La membrana celular de los odontoblastos no es conductiva y existe una conexión no sináptica entre la célula odontoblasticas y las ramas terminales adyacentes del plexo nervioso pulpar. (4)

1.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS

Color: Presenta un color blanco amarillento, pero varía de una persona a otra, y también a lo largo de la vida. Como el esmalte es translúcido, el color del diente lo otorga la dentina.

Translucidez : La dentina es menos translúcida que el esmalte, debido a su menor grado de mineralización, pero en las regiones apicales, donde el espesor de la dentina es mínimo, puede verse por transparencia el conducto radicular.

Dureza: La dureza de la dentina está determinada por su grado de mineralización. Es menor que la del esmalte, y algo mayor que la del hueso y el cemento.

Radiopacidad: La radiopacidad también depende del contenido mineral, y asimismo resulta menor a la del esmalte y algo superior a la del hueso y cemento. La dentina presenta una birrefringencia (doble refracción, que es el cambio de dirección de la luz al pasar de un medio a otro) ligeramente, determinadas por las fibras de colágenas.

Elasticidad. La elasticidad propia de la dentina tiene gran importancia funcional, ya que permite compensar la rigidez del esmalte, amortiguando los impactos masticatorios. La elasticidad dentinaria varía de acuerdo al porcentaje de sustancia orgánica y el agua que contiene.

Permeabilidad. La dentina posee permeabilidad debido a la presencia de los túbulos dentinarios, que permiten a distintos elementos penetrar con relativa facilidad.

1.2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química de la dentina es de: 70% de materia inorgánica (principalmente cristales de hidroxiapatita), 18% de materia orgánica (principalmente fibras de colágenas y 12% de agua).

Matriz orgánica:

La matriz orgánica está constituida por diversos componentes entre los cuales se encuentran el colágeno tipo I, sintetizado por el odontoblasto y representa el 90% de dicha matriz. Segregado en la región de la predentina la molécula de colágena configuran extracelularmente las fibras, El colágeno tipo II es el tipo que se encuentra en el cartílago hialino y elástico. Forman fibrillas más finas y está producidas por las células cartilaginosas, también se puede encontrar en la notocorda y discos intervertebrales, provee resistencia a la compresión. (16)

El colágeno tipo III se segrega en casos de dentina opalescente y está ocasionalmente presente en la dentina peritubular; el de tipo IV, se encuentra en los momentos iniciales de la dentinogénesis, cuando existe una membrana basal que separa la dentina no mineralizada de los ameloblastos secretores y por último, los de tipo V y VI en distintas zonas de la predentina.

En la matriz orgánica de la dentina se han detectado, proteínas semejantes a las existentes en la matriz ósea como la osteonectina, la osteopontina. Dicha matriz contiene además tres proteínas que se localizan únicamente en la dentina; son la fosforina dentinaria (DPP) esta es, después del colágeno el componente más abundante de la dentina, la proteína de la matriz dentinaria 1 (DMP 1) y la sialoproteína dentinaria (DSP).

Las dos primeras participarían en el proceso de mineralización y la última, segregada por odontoblastos jóvenes y por preameloblastos, participarían en el proceso de interrelación epitelio-mesénquima, que acompaña al desarrollo de las piezas dentarias. Los proteoglicanos también están presentes en la matriz dentaria.

El condroitín 4-sulfato y el condroitín 6-sulfato son los GAG (Glicosaminoglicanos) más frecuentes, predominando el segundo de ellos en la preentina.

Proteínas del suero, como la albúmina, fosfolípidos y factores del crecimiento se han identificado en la matriz orgánica de la dentina.

Matriz inorgánica:

La matriz inorgánica está compuesta por cristales de hidroxiapatita, similares a los del esmalte, cemento y hueso. Por su tamaño se diferencian de los grandes cristales del esmalte, ya que los cristales de la dentina son pequeños y delgados. Las dimensiones de los cristales son 36 nm de longitud, 25 nm de anchura y 10 nm de altura. Se orientan de forma paralela a las fibras de colágeno de la matriz dentinaria, se disponen entre las fibras y dentro de las mismas, ya que ocupan los espacios entre las moléculas de colágeno que la forman.

En la fracción mineral, además de los cristales de hidroxiapatita hay cierta cantidad de fosfatos amorfos, carbonatos, sulfatos y oligoelementos como flúor, cobre, zinc, hierro, magnesio, etc.

1.2.3 ESTRUCTURA HISTOLÓGICA DE LA DENTINA.

La estructura histológica de la dentina está constituida por unidades estructurales básicas y por unidades estructurales secundarias.

1.2.3.1 Unidades estructurales básicas.

Las unidades estructurales básicas que constituyen la dentina son dos: el túbulo dentinario y la matriz intertubular.

1.2.3.1.1 Túbulos dentinarios.

Estos túbulos son estructuras cilíndricas delgadas que se extienden por todo el espesor de la dentina desde la pulpa hasta la unión amelodentinaria o cementodentinaria. La pared del túbulo está formada por dentina peritubular o tubular que está constituida por una matriz mineralizada. En su interior el contenido tubular está formado por líquido tisular (líquido dentinario) y por la prolongación odontoblástica principal (proceso odontoblástico principal o fibrilla de Thomes).

Los conductos o túbulos de la dentina coronaria siguen un trayecto doblemente curvos, en las zonas cuspídeas o incisales el trayecto es casi rectilíneo.

En la región radicular los túbulos describen una sola curvatura poco pronunciada, de convexidad apical; en la proximidad del ápice radicular son prácticamente rectos. Estas curvaturas se denominan curvaturas primarias de los túbulos, a medida que los odontoblastos producen sucesivas capas de dentina, la cámara pulpar se reduce y los cuerpos de los odontoblastos se van desplazando hacia el interior del diente, mientras que sus prolongaciones quedan dentro de los túbulos dentinarios.

Hay muchos más túbulos dentinarios por unidad de superficie en las capas de dentina próximas a la pulpa (hay aproximadamente 45.000 por mm^2), que en las regiones más externas de la dentina donde hay de 15.000 a 20.000 por mm^2 . El grosor de los túbulos también varía siendo más ancho en la proximidad de la pulpa y más estrecho en la zona periférica.

Las curvaturas secundarias posiblemente indiquen el trayecto en espiral que realizan los odontoblastos mientras migran hacia el centro del diente durante la dentinogénesis.

Los túbulos dentinarios presentan ramificaciones colaterales o túbulos secundarios muy delgados que parten en ángulo recto y se conectan en los túbulos vecinos.

□ Pared de los túbulos dentinarios.

Los túbulos están rodeados por un anillo o pared denominada dentina peritubular o tubular.

La dentina peritubular se caracteriza porque carece de colágena pero ocasionalmente puede tener colágena tipo III. La materia orgánica de la misma está formada por sustancias no colágenas como glicoproteínas, proteoglicanos y lípidos. Se trata de una dentina muy mineralizada cuyos cristales de hidroxiapatita son ricos en magnesio y fosfato cálcico amorfo.

□ Contenido de los túbulos dentinarios.

El interior de los túbulos está ocupado por la prolongación odontoblástica (proceso odontoblástico) o fibrilla de Thomes, aunque entre dicha prolongación y pared del túbulo existe un espacio estrecho (espacio periprocesal) ocupado por el líquido tisular (linfa o líquido dentario).

Los procesos odontoblásticos, son las prolongaciones citoplasmáticas que dejan los odontoblastos a medida que forman la dentina; ellos determinan la morfología de los túbulos.

En el espacio periprocesal penetran hasta cierta distancia, fibras nerviosas amielínicas provenientes de la pulpa; también pueden distinguirse algunas fibras de colágena dispuestas circularmente, e incluso cristales de hidroxiapatita.

El fluido tisular de la dentina, que se comunica con el de la pulpa, circula por el espacio periprocesal y puede ocupar zonas libres dejadas por los odontoblastos. El volumen del líquido tisular se calcula en un 10% del volumen de la dentina. Cuando se talla una cavidad y se exponen los túbulos, se producen movimientos del líquido no sólo en la superficie, sino también en la profundidad que presiona las fibras nerviosas dentales e inicia el dolor.

La existencia de los túbulos dentinarios determina que la dentina sea muy permeable.

También constituyen una vía de ingreso rápido de microorganismos provenientes de una caries. En la dentina de dientes jóvenes que no han completado el ápice, los túbulos son más amplios y permeables, lo cual facilita aún más la filtración de bacterias o sus toxinas.

Asimismo permiten la penetración de distintos materiales odontológicos de uso reparativo.

1.2.3.1.2 Matriz intertubular o dentina intertubular.

Esta matriz se distribuye entre las paredes de los túbulos dentinarios y sus componentes fundamentales son las fibras de colágena.

1.2.4 CLASIFICACIÓN HISTOGENÉTICA DE LA DENTINA.

En los dientes humanos se reconocen desde el punto de vista de su formación tres tipos de dentina: la dentina primaria, la dentina secundaria, que se forman fisiológicamente en todas las piezas dentarias y la dentina terciaria que se produce como respuesta ante una agresión o noxa.

1.2.4.1 Dentina primaria

La dentina primaria es la que se forma primero y representa la mayor parte de ésta, delimitando la cámara pulpar de los dientes ya formados.

Funcionalmente se considera dentina primaria la que se deposita desde que comienzan las primeras etapas de la dentinogénesis hasta que el diente entra en oclusión. Comprende la dentina del manto y la circumpulpar.

Cuando el volumen de la pulpa disminuye como consecuencia de la formación de la dentina primaria los odontoblastos modifican su distribución y se organiza en varios estratos en la zona coronaria.

1.2.4.2 Dentina secundaria

Es la dentina producida después que se ha completado la formación de la raíz del diente. Esta dentina se deposita mucho más lentamente que la primaria, pero su producción continúa durante toda la vida del diente. También se le denomina dentina adventicia, regular o fisiológica.

La distribución de los túbulos en la dentina secundaria es menos regular que en la dentina primaria. El límite entre ambas se manifiesta por un cambio en la dirección de los tubulos dentinarios.

La dentina secundaria se forma por dentro de la circumpulpar en toda la periferia de la cámara pulpar, alcanzando mayor espesor en el piso, techo y paredes (en especial en el piso), mientras que es más delgada en los cuernos y los ángulos diedros que los unen. La formación de esta dentina determina una progresiva disminución de la cámara pulpar, más marcada en los dientes monorradiculares, cuya cámara pulpar carece de techo y de piso, y en las raíces de los multiradiculares.

La disminución del volumen de la pulpa como resultado de la formación de dentina secundaria trae como consecuencia la disminución del número de odontoblastos por un mecanismo de apoptosis.

1.2.4.3 Dentina terciaria

Esta dentina es conocida también como dentina reparativa, reaccional, irregular o patológica. Es la dentina que se forma más internamente, deformando la cámara, pero sólo en los sitios donde existe una noxa o estímulo localizado. Es decir que esta dentina es producida por odontoblastos implicados por el estímulo nocivo, de manera que sea posible aislar la pulpa de la zona afectada.

Se hace la distinción entre la dentina reaccional o reactiva, que es la dentina terciaria segregada ante un estímulo nocivo por los odontoblastos terminales postmitóticos (que se han diferenciado durante el desarrollo del diente) y la dentina reparativa, que es la dentina terciaria elaborada por una nueva generación de odontoblastos originados a partir de las células precursoras de la pulpa tras la muerte de éstos como consecuencia del estímulo nocivo.

La estimulación de los odontoblastos para la diferenciación y secreción posterior de dentina terciaria tendrían su origen en factores del crecimiento tales como el TGF/B (Factor transformador del crecimiento) que serían solubilizados como consecuencia de la actividad de los ácidos de la placa bacteriana sobre la dentina.

La cantidad y calidad de la dentina terciaria que se produce se halla relacionada con la duración e intensidad del estímulo, cuanto más acentuados sean esos factores, más rápida e irregular será la aposición de dentina reparativa

Si la dentina terciaria ofrece una protección pulpar de acuerdo con su espesor, la pulpa subyacente a la dentina puede inflamarse y su normalización dependerá de la intensidad y la duración del irritante, la extensión del tejido pulpar dañado y el estado previo de la pulpa.

Los patólogos consideran a la dentina reparativa dentro de la categoría de la dentina de neoformación en la cual también estaría incluida la dentina cicatrizal o puente de dentina que se forma bajo la acción de protectores pulpares como el hidróxido de calcio u óxido de zinc.

Los protectores pulpares inducen a la diferenciación de las células mesenquimáticas pulpares cercanas a la zona afectada, las cuales se transforman en odontoblastos y elaboran dentina de cicatrización; la respuesta dependerá de la vitalidad de la pieza dentaria.

1.2.5 HISTOFISIOLOGIA

Por tener en su seno las prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos funcionales y por el líquido dentinario que nutre a la dentina se le considera un tejido vivo.

El depósito de los distintos tipos de dentina fisiológica o por estímulos patológicos se producirá durante toda la vida del diente, es decir mientras dure la vitalidad de la pulpa. Está decrece con la edad y el calibre de los túbulos dentinarios decrece. Se considera que los odontoblastos podrían actuar en determinadas circunstancias como odontoclastos reabsorbiendo parcialmente la dentina, la resorción y la aposición se producirán durante toda la vida asegurando la renovación y la remodelación de la dentina.

La actividad funcional más importante, del tejido dentinario consiste en actuar como soporte mecánico en la normal actividad masticatoria de las piezas dentarias y en participar también, por sus características estructurales y biológicas en la defensa y en la sensibilidad del complejo dentino pulpar.

1.2.5.1 Actividad defensiva

La dentina responde defendiéndose ante las distintas agresiones que actúan sobre ella, formando además de la dentina terciaria las denominadas dentina translúcida y dentina opaca.

1.2.5.1.1 Dentina translúcida o esclerótica

Los estímulos nocivos, además de provocar el depósito de dentina terciaria, puede inducir cambios en la morfología de los túbulos de la propia dentina *primaria y secundaria*.

En las regiones dentinarias sometidas a estímulos lentos, persistentes y no muy severos, puede producirse depósitos de sales de calcio sobre las prolongaciones odontoblásticas en degeneración, alrededor de las mismas aumentando la cantidad de dentina peritubular, la cual puede llegar a obliterar los tubulos.

De manera, que toda la región queda constituida por matriz mineralizada.

La dentina traslúcida suele formarse en las fisuras del esmalte, o bien en caries de evolución lenta.

1.2.5.2 Dentina opaca o tractos desvitalizados

Cuando la dentina es afectada por una lesión intensa, los odontoblastos se defienden retrayendo sus prolongaciones quedando segmentos de túbulos vacíos sin proceso odontoblástico. Si el estímulo es excesivo se produce la muerte de los odontoblastos y necrosis de las prolongaciones, quedando los restos celulares incluidos en los túbulos, acompañados de líquido y sustancias gaseosas. Como este proceso lleva algún tiempo, pueden ocurrir algunas precipitaciones de calcio.

La zona de dentina afectada por prolongaciones odontoblásticas degeneradas se denomina dentina opaca o tractos desvitalizados o muertos.

Esta dentina se observa en los vértices de los bordes incisales o de los cuernos pulpaes, debajo de zonas de abrasión.

Frecuentemente está acompañada por dentina reparativa que protege a la pulpa de la zona subyacente. Puede también formarse dentina opaca en regiones cervicales, ya sea porque hay abrasión o porque la dentina está expuesta, sin protección de esmalte o cemento. Con la edad aumenta la formación de este tipo de dentina, en especial en la porción coronaria del diente.

La dentina translúcida y la dentina opaca son consideradas “dentina de remineralización”. Ambas dentinas son menos permeables y más resistentes que la normal, dándole mayor protección en casos de filtración o invasión bacteriana.

En dientes desvitalizados la filtración es mayor por la ausencia de líquido dentinario.

La determinación de la estructura que sirve de base al mecanismo de sensibilidad dentinaria ha originado una serie de hipótesis. De las cuales la más aceptada hoy en día es la teoría hidrodinámica de Brannström. Dicha teoría tienen en cuenta la presencia de líquido dentinario dentro de los túbulos, un líquido que es ultrafiltrado del plasma del tejido conectivo de la pulpa.

La teoría postula que los estímulos que actúan sobre la dentina provocan un movimiento del citado líquido dentinal, que transmite la diferencia de presión existentes a las terminaciones nerviosas libres intratubulares y por ende al plexo nervioso subodontoblástico.

También se tiene en cuenta que el líquido dentinario circula lentamente por los túbulos (impulsado por la presión de los capilares de la pulpa) y el movimiento podría verse alterado por diferentes estímulos sobre el complejo dentino-pulpar.

Así de este modo, se distorsionaría el medio pulpar local y se afectarían las terminaciones nerviosas del plexo de Raschkow.

Al realizar la preparación de la cavidad, y entrar en contacto con la dentina, esta se expone y el líquido dentinario fluye hacia la superficie de la cavidad. Si se seca esta, con aire, hay una elevada pérdida de líquido, con cambios en el coeficiente de expansión, que estimulan las terminaciones nerviosas libres originando el dolor.

Además de la desecación, el calor provoca movimiento de líquido afuera mientras el frío en cambio lo desplaza hacia la profundidad. El desplazamiento del fluido dentinal en cualquier sentido, estimula únicamente las terminaciones nerviosas. (6)

MECANISMOS DE ADHESIÓN.

La realización de un tratamiento en operatoria dental implica la utilización de una técnica que permita colocar en contacto a la estructura dentaria un material que debe cumplir una función fisiológica, cosmética o ambas.

El trabajo técnico asegurara que el contacto entre ambas partes diente y material se mantenga durante el uso o sea que ambas no se separen. La técnica deberá asegurar que se genere un mecanismo de adhesión entre ambas.

La adhesión alcanzada no se deberá limitar a evitar el desprendimiento del bloque restaurador. La integración y continuidad entre el material restaurador y estructura dentaria evitará la presencia de interfases que impidan que los componentes del medio bucal se introduzcan, alcanzando así el llamado "sellado marginal", evitando la "filtración marginal". (7)

2.1 CONCEPTO DE ADHESIÓN

La unión lograda en función de la generación de fuerzas interatómicas o intermoleculares se denomina adhesión específica o adhesión química, la interacción entre átomos y moléculas determina las uniones químicas primarias o secundarias.

Cuando el tejido dental tiene que adherirse, debe lograr acercarse a nivel del nanómetro (millonésima de milímetro), y poseer la energía superficial suficiente y ser compatible eléctricamente.

La adhesión química es difícil de obtener y es lábil en el medio húmedo bucal por lo que no se debe confiar en ella para obtener resultados clínicos duraderos. Como ejemplo de utilización de la adhesión química se cita a la silanización pirogénica y el estañado. (7)

Una buena humectación facilita la atracción molecular y permite la adhesión química. (12)

Es muy importante la adaptación para lograr adhesión química, ya que es necesario un íntimo contacto para que se produzcan las reacciones intraatómicas o intermoleculares que permitan la formación de uniones químicas. (7)

La palabra adhesión se deriva del latín adhaerere la cual es un compuesto de ad, o para, y haerere, o pegarse.

Se denomina adhesión a cualquier mecanismo que se emplea para mantener partes en contacto . (9)

2.2 GENERALIDADES

2.2.1 UNIONES INTERATOMICAS PRIMARIAS

Las fuerzas de unión que enlazan a los átomos son fuerzas cohesivas. Las uniones interatómicas se clasifican como uniones primarias y uniones secundarias. Las primarias son de naturaleza química, mientras que las secundarias se caracterizan por fuerzas físicas; las uniones atómicas primarias son de varios tipos.

2.2.1.1 Uniones iónicas.

Este tipo de uniones son de tipo químico simple; resultante de la atracción mutua de cargas positivas y negativas; un ejemplo es el cloruro de sodio, NaCl.

2.2.1.2 Uniones covalentes.

En muchos compuestos químicos se comparten electrones bivalentes. La molécula de hidrógeno, es un ejemplo de unión covalente. El electrón univalente de cada átomo de hidrógeno se comparte con el de otro átomo, con el que se combina y las capas se estabilizan.

La unión covalente importante es la que ocurre en muchos compuestos orgánicos. El átomo de carbono tiene cuatro valencias que se estabilizan mediante su combinación con hidrógeno.(8)

2.2.1.3 Uniones metálicas.

El tercer tipo de interacción atómica primaria es el enlace metálico. El enlace metálico puede entenderse si se estudia un cristal metálico, como el oro puro. Dicho cristal consiste sólo en átomos de oro, así como otros metales, los átomos de oro pueden donar fácilmente electrones desde su orbita externa. Las contribuciones de electrones libres a esta nube da lugar a la formación de iones positivos que pueden ser neutralizados al adquirir nuevas valencias de los átomos adyacentes.

2.2.2 UNIONES INTERATOMICAS SECUNDARIAS.

En contraste con los enlaces primarios, los enlaces secundarios no *comparten electrones*. En vez de eso, *las variaciones de cargas entre las moléculas o grupos atómicos inducen fuerzas polares que atraen a las moléculas*. Como no hay enlaces primarios entre el agua y el vidrio, sería difícil comprender como las gotas de agua, cuando se congelan en los cristales de hielo, pueden unirse al parabrisas de un automóvil.

2.2.2.1 Enlace de hidrógeno.

Este enlace puede comprenderse si se estudian las moléculas de agua. Unidas al átomo de oxígeno hay dos átomos de hidrógeno. Estos enlaces son covalentes debido a que los átomos de hidrógeno y de oxígeno comparten electrones.

Cuando una molécula de agua se entremezcla con otras moléculas de agua, una porción del hidrógeno (positiva) de una molécula es atraída a la porción oxígeno (negativa) de sus moléculas vecinas, formando puentes de hidrógeno. La polarización de esta naturaleza es importante por las *reacciones intermoleculares en muchos compuestos orgánicos, por ejemplo, la absorción del agua por las resinas dentales sintéticas.*

2.2.2.2 Fuerzas de Van der Waals.

Estas fuerzas forman la base de una atracción bipolar. Por ejemplo, en una molécula simétrica, como ocurre en un gas inerte, el campo de electrones fluctúa constantemente. Los electrones de los átomos se encuentran distribuidos de igual manera alrededor del núcleo y producen un campo electrostático alrededor del átomo. Sin embargo, este campo puede fluctuar y su carga se convierte momentáneamente en positiva y negativa. La fluctuación bipolar creada atraerá otros bipolos semejantes. Tales fuerzas interatómicas son muy débiles.

2.2.3 ADHESIÓN Y ENLACE

El fenómeno de adhesión se presenta en diversas situaciones de la odontología: es importante resolver el problema de filtración alrededor de materiales dentales de restauración.

Cuando dos sustancias están en contacto íntimo, las moléculas de una se adhieren o se insertan en las moléculas de la otra. Esta unión se denomina adhesión cuando moléculas diferentes se atraen, y cohesión, cuando las macromoléculas son de la misma clase. El material o película que se agrega para producir adhesión se llama adhesivo, al que se aplica adherente.

De esta manera la adhesión es la inserción a la superficie, de un objeto que, generalmente, se califica según la especificidad con la que en el fenómeno interviene en un tipo de atracción intermolecular entre el adhesivo y el adherente.

2.2.3.2 Energía de superficie.

Para que exista adhesión las superficies tienen que ser atraídas entre sí a su interfase. Es posible la presencia de esta condición sin importar las fases (sólido, líquido o gaseoso) de las dos superficies, con la excepción de que no habrá adhesión entre dos gases por falta de una interfase.

La energía de la superficie de un sólido es mayor que la de su interior.

El aumento de energía por unidad de área en la superficie se llama energía superficial o tensión superficial.

Los átomos superficiales de un sólido tienden a formar uniones con otros átomos próximos a la superficie para reducir la energía superficial del sólido. Esta atracción hacia la interfase para moléculas diferentes se llama adhesión.

Cuando actúa la unión primaria, la adhesión se denomina quimiadsorción, en esta la unión química se forma entre el adhesivo y el adherente, un ejemplo de este tipo de adhesión es la película de óxido sobre la superficie de un metal.

Las fuerzas de Van der Waals son más débiles que la adhesión primaria ya que son intermoleculares y no intramoleculares.

2.2.3.3 Humedecimiento.

Es difícil conseguir que dos superficies sólidas se adhieran; a pesar de lo lisas que parezcan las superficies, son muy rugosas en dimensiones atómicas o moleculares. Como estas áreas constituyen apenas un pequeño porcentaje de la superficie total, no se produce adhesión perceptible. La atracción es poco importante cuando las moléculas superficiales de las sustancias atraídas están separadas por distancias mayores de 0.0007 micrómetros o micrones .

Un método para superar esta dificultad consiste en utilizar un líquido que fluya en estas irregularidades y produzca el contacto en la mayor parte de la superficie del sólido; por ejemplo, cuando se colocan vidrio pulidos, uno contra otro y se presionan, tienen poca tendencia a adherirse. Por lo tanto, si se introduce una película de agua entre ellos será muy difícil separarlos.

Para producir adhesión, el líquido tiene que fluir con facilidad sobre toda la superficie y adherirse al sólido. Esta característica se llama humectación. Si el líquido no moja la superficie del adherente, la adhesión entre líquido adherente se ve limitada o inexistente. Si hay humectación real de la superficie no se presentarían fallas en la adhesión

La capacidad de un adhesivo para mojar la superficie depende de varios factores, la limpieza de la superficie tiene una gran importancia. Una película de agua de apenas una molécula de espesor en la superficie del sólido no produce la energía superficial del adherente e impide humedecimiento con el adhesivo.

La energía superficial de algunos materiales es tan baja que pocos o ningún líquido humedecerán su superficie; por ejemplo, algunas sustancias orgánicas. El empaquetamiento ordenado de los grupos orgánicos estructurales impide el humedecimiento. La resina sintética suele usarse con frecuencia para impedir la adhesión de las películas a la superficie

2.2.3.4 Ángulo de contacto del humedecimiento.

El grado en el que un adhesivo humedecerá la superficie de un adherente se determina por la medición del ángulo de contacto de ambos. El ángulo de contacto es el que se forma por el adhesivo, el adherente y su interfase; si las moléculas del adhesivo atraen a las del adherente con igual o mayor intensidad que entre ellas mismas, el líquido adhesivo se difunde por completo sobre la superficie del sólido y no se forma ningún ángulo. Las fuerzas de adhesión son mayores que las fuerzas cohesivas que unen a las moléculas entre sí.

Si la energía de la superficie del adherente se disminuye por contaminación u otros medios, se formará un ángulo pequeño. Así la tendencia del líquido a difundirse aumenta cuando el ángulo de contacto disminuye, es una medida útil de difusión o humedecimiento.

Con un ángulo de contacto más pequeño será mayor la capacidad del adhesivo para llenar las irregularidades de la superficie del adherente. También la fluidez del adhesivo influye en la proporción en que se llenan estos vacíos o irregularidades.

Las superficies sólidas (lisas) no son en realidad planas; las imperfecciones de la superficie siempre constituyen un riesgo potencial para conseguir y mantener una unión adhesiva.

Durante la dispersión pueden formarse bolsas de aire que inhiben el humedecimiento completo de la superficie. Cuando la unión adhesiva está sujeta a cambios térmicos o tensiones mecánicas, se forman concentraciones de tensión alrededor de estos vacíos; la tensión adquiere tal magnitud que inicia la rotura de la unión adhesiva adyacente al vacío.

Algunos fundamentos de la adhesión se relacionan con situaciones dentales; por ejemplo, cuando se usan las medidas del ángulo de contacto para estudiar el humedecimiento del esmalte y la dentina se encuentra que esta cualidad se reduce mucho con la aplicación tópica de una solución de fluoruro.

Después de que el odontólogo prepara la cavidad, los residuos microscópicos cubren las superficies del esmalte y dentina: esta contaminación superficial reduce el humedecimiento.

Además, hay un intercambio de líquido a través de ciertos componentes del diente, y el adhesivo dental debe desplazar el agua, reaccionar con ella o humedecer la superficie, mejor que el agua presente dentro de la estructura dental.(8)

Adhesivo dentinario es la sustancia o sustancias que se adhieren al diente o a la estructura dental.

2.2.3.5 Condiciones necesarias para la adhesión.

En la adhesión es necesaria la adaptación de las dos partes que deben entrar en contacto. Para ello, es necesario que la superficie del sólido tenga elevada energía superficial, pero para que esta se manifieste no debe de estar contaminada.

Basta con una capa contaminante de material orgánico o incluso de humedad para impedir que está energía superficial se manifieste y no pueda lograrse la adhesión: especialmente si se busca por medios químicos.

La presencia o no de rugosidades modifica las condiciones para la búsqueda de adhesión. Una superficie lisa facilita que un adhesivo corra sobre ella en forma continua y sin que su marcha se vea alterada por la dificultad de desplazar el aire presente en las rugosidades.

No obstante, algunas rugosidades, son deseables si lo que se busca es adhesión mecánica.

No siempre las superficies involucradas son satisfactorias y es común, por ello, prepararlas mecánicamente o químicamente para que se eleve su energía superficial y/o para que se produzcan esas irregularidades que posibiliten la adhesión mecánica.

Una adecuada superficie debe complementarse con el uso de un adhesivo sobre ella.

Si en la superficie es importante la energía superficial, también lo es en la sustancia que debe adaptarse sobre ella.

La tensión superficial debe ser baja para que el material sea atraído con facilidad hacia la superficie y debe complementarse con una baja viscosidad, que le permita fluir libremente sobre ella y lograr la necesaria adaptación. Esa adaptación debe conservarse durante y después de la transformación del adhesivo a estado sólido. De no ser así se malogrará cualquier adhesión mecánica o química que se hubiera obtenido, el adhesivo debe endurecer con nula o escasa contracción y será incluso deseable lograr una ligera expansión para alcanzar la adaptación. (9)

2.2.4 ADHESIÓN MECÁNICA

Se pueden clasificar los sistemas utilizados para producir adhesión a metal o a otras superficies no dentarias en dos tipos: 1) Mecánicas, 2) Químicas.

La adhesión mecánica es el sistema elemental y consiste en que las dos partes queden trabadas en función de la morfología de ambas. La traba puede lograrse en el ámbito microscópico y/ o macroscópico. (7)

La adhesión micro mecánica se refiere a que un adhesivo líquido o semilíquido se aplica a un sustrato y al endurecedor evita la separación de las partes que se unieron.

2.2.4.1 Sistemas macro mecánicos.

Una de las formas habituales de lograr adhesión de dos superficies consiste en crear sobre una o ambas superficies por adherir una forma macro retentiva (hoyos o ranuras) que puedan ser excavadas o en relieve, colocarlos en contacto íntimo y luego utilizar un medio adhesivo que humecte ambas superficies y endurezca rápidamente (7)

En esta adhesión macro mecánica las partes se mantienen en contacto sobre la base de la penetración de una de ellas en las irregularidades que presenta la superficie de la otra. Así, se mantienen trabadas impidiendo desplazamiento o separación (8)

Este sistema macro mecánico es poco confiable y no evita la microfiltración en el medio bucal, debido a que existe siempre un espacio de mínimo tamaño entre las superficies adheridas. (7)

Para lograr adhesión microscópica se deben crear aspectos morfológicos en el orden de décimas de milímetro.

2.2.4.2 Sistemas micro mecánicos

Se puede lograr un contacto más íntimo entre las superficies por adherir, si se reducen de forma efectiva el tamaño de las irregularidades, socavados o relieves a nivel de centésimas (micrómetros). El mejor ejemplo de este tipo de adhesión micro mecánica lo da el grabado ácido del esmalte y la unión de un composite por su superficie mediante un agente de enlace de elevada humectación. (7)

El enlace micro mecánico puede implicar mecanismos como la penetración del adhesivo en irregularidades microscópicas o submicroscópicas (Por ejemplo: Surcos y poros) en la superficie del sustrato (11)

Una forma de obtener micro irregularidades en un objeto o una superficie es mediante el procedimiento de la micro abrasión, denominado también como el arenado. (7)

Para lograr la adhesión mecánica microscópica la distancia entre ellas no deberá superar las milésimas de milímetro (micrómetro).

Solo con un líquido se puede lograr la aproximación suficiente a un sólido para obtener la adhesión mecánica microscópica. (7)

2.2.5 ADHESIÓN QUÍMICA

Esta adhesión se da al haber interacción química en la interfase entre los elementos del adhesivo y del sustrato. En este tipo de adhesión intervienen enlaces químicos iónicos, covalentes o metálicos y las uniones formadas son fuertes.

La unión de ciertos adhesivos a la dentina puede ser de varios tipos: covalentes, con la matriz de colágeno de la dentina, iónica por la atracción entre las cargas negativas de grupos fosforados o grupo carboxílico con iones de calcio en la dentina. Además, gran parte de la adhesión se debe a la retención micro mecánica lograda por la penetración de primers a los túbulos dentinarios.

ADHESIÓN A LOS TEJIDOS DENTARIOS

Los actuales sistemas adhesivos, logran bloquear, aunque no de manera absoluta la comunicación existente, (gracias a la red de túbulos dentinarios), entre la pulpa y el medio exterior.

La adhesión debe plantearse de manera diferente, según el sustrato sobre el que queramos adherir, y también el adhesivo debe cumplir diferentes requisitos en función de las características del primero.

El esmalte en su mayor parte inerte esta compuesto por hidroxiapatita y pequeñas cantidades de agua, mientras que la dentina es un tejido , que está compuesta por abundante materia orgánica y menor proporción de materia inorgánica, con una estructura física muy compleja que varía según la profundidad a la que nos encontremos y también según la edad del paciente.

Los adhesivos dentinarios han sufrido cambios drásticos en su composición y en su manejo clínico a lo largo de la década, tratando de adaptarse a los conocimientos cada vez mayores del comportamiento de la dentina y de los fluidos dentinarios. (13)

El trabajo pionero de Buonocore condujo hacia los mayores cambios en la práctica de la odontología. Actualmente, estamos en la edad de la odontología adhesiva.

Los métodos mecánicos tradicionales de retención de los materiales restauradores han sido reemplazados, hasta una gran extensión, mediante métodos adhesivos de conservación dentaria. Los conceptos de grandes preparaciones y extensión, propuestas por Black en 1917, gradualmente han sido reemplazados por preparaciones más pequeñas y técnicas conservadoras. (4)

Los adhesivos tienen un gran número de ventajas sobre los métodos tradicionales no adhesivos; la retención y estabilización de las restauraciones requerían de la remoción de estructura dentaria sana.

La adhesión también reduce la microfiltración en la interfase diente-restauración. La prevención de la microfiltración, o el ingreso de los fluidos orales y las bacterias a lo largo de la pared de la cavidad, reduce los problemas clínicos tales como la sensibilidad postoperatoria, pigmentación marginal, y caries recurrente, las cuales pueden perjudicar la longevidad clínica de las restauraciones.

También transmite y distribuye mejor las fuerzas funcionales a través de la interfase del enlace hasta el diente y tienen el potencial de reforzar la estructura dentaria debilitada.

Las técnicas de adhesión permiten que las restauraciones deterioradas sean reparadas y las restauraciones sin adhesión sean reemplazadas con mínima o ninguna pérdida de sustancia dental.

Las resinas compuestas con adhesivos son empleadas para reemplazar la estructura dentaria cariada y fracturada o para obturar defectos por erosión o abrasión en áreas cervicales.

Las técnicas adhesivas permiten al material restaurador ser agregado al diente para la corrección de formas, posiciones, dimensiones, o colores poco estéticos.

La adhesión también es usada para adherir restauraciones cerámicas anteriores y posteriores, como carillas inlays y onlays. restauraciones de amalgamas y para retener estructuras metálicas.(4)

Entre los principales inconvenientes de este tipo de técnica restauradora se encuentran, precisamente, ciertas características de origen biológico y algunas otras de carácter técnico, la fuerza de la adhesión con este tipo de material a la dentina puede ser muy variable. Debido a este problema y otras características, como humedad de la dentina, y la presencia de la capa de residuos dentinarios (smear layer). (14).

Esta capa de desechos dentinarios se forma cuando en la superficie dentaria se utilizan instrumentos rotatorios y manuales durante la preparación cavitaria, las virutas de detritus son diseminadas sobre las superficies de esmalte y dentina, formando lo que se denomina smear layer o capa de desecho este es un contaminante que evita la interacción con el tejido dentario puro subyacente. Esta capa de detritus producida iatrogénicamente tiene una gran influencia sobre el enlace adhesivo formado entre el diente tallado y el material restaurador.

Se reporta que la capa de desecho reduce la permeabilidad dentinaria en un 86%.⁽⁴⁾, y la morfología de los túbulos dentinarios; o los relacionados a las características tales como tamaño y forma de la lesión, la estructura del esmalte y la dentina y la localización del diente, influyen igualmente en el éxito o fracaso de la adhesión dentinaria. Por esto han sido desarrollados múltiples sistemas de adhesión dentinaria, los cuales buscan cada uno de ellos rebasar este problema.

Humedad dentinaria externa e interna

La permeabilidad dentinaria y la humedad dentinaria interna depende de varios factores, incluyendo el diámetro y longitud del túbulo, la viscosidad del fluido dentinario y el tamaño molecular de las sustancias disueltas en este, el gradiente de presión, el área de superficie disponible para la difusión, la luz de los túbulos, y la proporción de remoción de sustancias por la circulación pulpar. La alta permeabilidad dentinaria permite que las bacterias y sus toxinas penetren fácilmente en los túbulos dentinarios hasta la pulpa, si los túbulos no están herméticamente sellados.

La variabilidad en la permeabilidad dentinaria hace un sustrato más difícil para unirse que el esmalte. La remoción de la capa de desecho crea una superficie de adhesión húmeda en la cual el fluido dentinario exuda desde los túbulos dentinarios. Además de la humedad dentinaria interna, la humedad dentinaria externa, o humedad del ambiente, se ha demostrado que afecta negativamente las resistencias de adhesión a la dentina. Las resistencias de adhesión obtenidas con la mayoría de los sistemas adhesivos disminuyen a medida que el nivel de humedad en el aire aumenta, pero algunos sistemas parecen ser más sensibles que otros.

Humectación del adhesivo

La interfase ideal entre el material restaurador y el tejido dentario podría ser uno que simule la unión natural del esmalte con la dentina en la unión dentina esmalte. El contacto molecular íntimo entre las dos partes es un prerrequisito para desarrollar fuertes uniones adhesivas.

El sistema adhesivo debe humectar a la superficie sólida, tener una viscosidad que sea lo suficientemente baja para penetrar las micro porosidades, y ser capaz de desplazar el aire y la humedad durante el proceso de adhesión. Los acondicionadores en los sistemas actualmente disponibles de uso diario contienen monómeros hidrofílicos, tales como el HEMA, como agentes de superficie activa para mejorar la humectación de las resinas adhesivas hidrofóbicas. Además, los solventes en los acondicionadores modernos, tales como alcohol o acetona, aseguran una adecuada remoción de aire y líquido mediante evaporación rápida.

De la química del polímero, se sabe que la polaridad y la solubilidad caracterizan las interacciones moleculares que determinan muchas propiedades, tales como el funcionamiento de la humectación.

La fase de colágena de la dentina es un polímero y tanto el acondicionador como las resinas adhesivas contienen monómeros de los cuales se espera que penetren la capa de colágena expuesta para formar un enlace micro mecánico. Un acondicionador debe igualar a estos para lograr la penetración.

(4)

Acondicionamiento de la dentina.

El acondicionamiento de la dentina puede ser definido como cualquier alteración química de la superficie dentinaria mediante ácidos o un quelante de calcio con el objeto de remover la capa de desecho y simultáneamente desmineralizar la superficie dentinaria. Diferentes ácidos, en diferentes concentraciones, tales como ácido cítrico, maleico, nítrico y fosfórico, son suministrados por diferentes sistemas adhesivos.

La profundidad de desmineralización de la superficie dentinaria depende de varios factores, tales como el tipo de ácido y pH y los otros componentes del agente del grabado. Debido a que el grabado ácido desobstruye a los tubulos dentinarios, el ácido es capaz de penetrar los tubulos hasta cierta profundidad.

La superficie dentinaria puede ser modificada por el uso de láser para tejido duro o micro abrasión. Con la tecnología láser, la superficie dentinaria es modificada por explosiones microscópicas causadas por pequeñas descargas térmicas, aumentando la fracción adherible de la dentina inorgánica y la retención micro mecánica. La micro abrasión esta basada en la remoción de tejido dentario pigmentado y desmineralizado.

Imprimadores.

Los imprimadores sirven como los agentes de promoción de la adhesión existente y contienen monómeros hidrofílicos disueltos en solventes orgánicos tales como etanol y acetona. El objetivo de este paso de imprimación es para transformar la superficie dentinaria hidrofílica en un estado hidrofóbico y esponjoso que permita que la resina adhesiva se humecte y penetre a la red de colágeno expuesta eficientemente.

Los imprimadores también han sido usados para tratar y prevenir la hipersensibilidad dentinaria. Los imprimadores pueden inducir desnaturalización y precipitación de proteínas desde el fluido dentinario y, disminuyendo la permeabilidad y el flujo externo del fluido pulpar, reduciendo los síntomas de la hipersensibilidad.

Hibridización.

La hibridización, o la formación de una capa híbrida, ocurre después de una desmineralización inicial de la superficie dentinaria con un acondicionador ácido, exponiendo la red de fibrillas colágenas con micro porosidades interfibrilares que se vuelven difusas con monómeros de baja viscosidad. Esta zona, en donde la resina del sistema adhesivo se traba micromecánicamente con el colágeno dentinario, es la llamada capa híbrida.

Dentro de la capa híbrida, han sido descritas tres capas diferentes. Dependiendo del sistema adhesivo, la parte superior de la capa híbrida consiste de una fase densa con electrones amorfos, tal como se forma con el Clearfil Liner Bond System, de la cual se especula que es una zona de colágeno desnaturalizado.

Un ordenamiento de fibrillas colágenas indefinidamente dispuestas es visto con el Optibond y el Super-bond- D-Liner, en la cual las fibrillas de colágena individuales están dirigidas hacia la resina adhesiva, y los espacios interfibrilares son rellenos con resina. Con Scotchbond Multi-Purpose, la capa híbrida fue observada que estaba cubierta por una fase amorfa, la cual puede haber sido originada en una reacción química de un copolímero ácido polialquenoico del imprimador con calcio residual.

La parte media de la capa híbrida contiene fibrillas colágenas transversas y seccionadas longitudinalmente separadas por espacios libres cargados electrónicamente. Los cristales minerales residuales se encuentran esparcidos entre las fibrillas de colágeno.

La base de la capa híbrida está caracterizada por una transición gradual hasta la dentina subyacente inalterada, con una zona parcialmente desmineralizada de dentina conteniendo cristales de hidroxiapatita envueltos por resina.

Un número de interrogantes permanece, como cuales parámetros son de importancia para la eficacia adhesiva. Primero, poco se sabe acerca del impacto de la desnaturalización del colágeno sobre la durabilidad del enlace. En este respecto, Nakabayashi advirtió que la desnaturalización del colágeno por acondicionamiento ácido progresivo puede causar el fracaso de la unión a largo plazo. Evidencia que tal desnaturalización del colágeno fue registrada preliminarmente por Shimokobe y por Okamoto, cuando fueron aplicados ácidos fosfóricos al 37% y al 40% respectivamente a la dentina desmineralizada

Otro parámetro en discusión es la formación de un gel amorfo impermeable sobre el tope de armazón de colágena expuesta que podría evitar que la resina penetre completamente a la dentina desmineralizada. Este gel fue atribuido al efecto combinado de la desnaturalización y colapso de la colágena de la capa de desecho residual. La aplicación breve de una solución de hipoclorito de sodio débil se ha sugerido para remover el gel; se ha observado que tiene un efecto favorable sobre la resistencia de unión de la dentina.

Otros han usado hipoclorito de sodio para disolver completamente y remover la capa de colágeno para exponer la dentina mineralizada pura subyacente, por lo cual los adhesivos podrían ser adheridos directamente.

Ha sido descrita la penetración incompleta de la resina como una zona dentinaria microporosa en la base de la capa híbrida, lo cual se piensa que es una vía para la filtración de fluidos, causando hidrólisis del colágeno y acortamiento de la longevidad del enlace.

Otro parámetro de vital importancia para la resistencia y durabilidad del enlace resina-dentina es el grado de conversión de polimerización de la resina que ha infiltrado la zona superficialmente desmineralizada de la dentina. El grado de polimerización dentro de la capa híbrida dependerá del modo de polimerización (foto activado, químicamente activado, o ambos), el sitio de la polimerización inicial, y el grado de los enlaces de doble carbono disponibles in situ. Una polimerización inadecuada in situ dentro de la capa híbrida puede actuar como un reservorio para la liberación de monómero, y además tiene un potencial citotóxico.

El agua que ya está presente en la capa híbrida es introducida cuando es usada una técnica de adhesión húmeda, y cantidades residuales de solventes tales como etanol y acetona, sino están completamente evaporadas, pueden afectar la polimerización de la resina dentro de la capa híbrida o al menos ocupar el espacio que debería haber sido rellenado con resina. (4).

3.1 ADHESIÓN AL ESMALTE

3.1.1 TÉCNICA DE GRABADO ÁCIDO DEL ESMALTE

La adhesión al esmalte es lograda a través del grabado ácido de este sustrato mineralizado, el cual aumenta su área de superficie para el enlace. Esta técnica de unión al esmalte, conocida como la técnica de grabado ácido fue la invención de Buonocore en 1955. Él demostró un aumento de 100 veces en la retención de pequeños botones de polimetilmetacrilato en dientes incisivos in vivo, cuando el esmalte fue grabado con ácido fosfórico al 85% por 2 minutos

El grabado del esmalte transforma la superficie lisa del esmalte en una superficie irregular con una alta energía superficial de casi 72 dinas/cm^2 , dos veces más que el esmalte sin grabar. En una resina acrílica líquida sin relleno con baja viscosidad, el agente de enlace al esmalte humecta la superficie de alta energía y es llevada dentro de las micro porosidades mediante atracción capilar. (4)

Entre las distintas posibilidades, una solución acuosa de ácido fosfórico ha demostrado ser sumamente conveniente. Este ácido es relativamente activo. Al accionar sobre la hidroxiapatita, lo hace extrayendo calcio que pasa a formar parte de la solución. Cuando se presenta concentrado en cierta cantidad, se forman fosfatos insolubles que al precipitar sobre la superficie del esmalte, limitan la acción del ácido.

La concentración del ácido en el agua se encuentra en el orden de los 35% a 40%. Las concentraciones mayores o menores forman fosfatos de calcio con mayor rapidez y, por lo tanto, su efecto sobre el esmalte puede resultar menos satisfactorio.

Las soluciones ácidas permiten lograr el resultado buscado en escasos segundos (15 a 30 segundos) es un lapso considerado apropiado.

Debe tenerse en cuenta la formación de los llamados fosfatos sobre la superficie del esmalte. Una vez que ha actuado la solución ácida durante el lapso adecuado, debe lavarse el esmalte con agua a presión para "barrerlos" totalmente de la superficie. En caso contrario, se fracasará en el logro del contacto y la adhesión entre la resina y el esmalte. (7). La unión adhesiva de los materiales resinosos al esmalte grabado es una técnica de resultados probados que permite prevenir a largo plazo las microfiltraciones y mejorar la retención de los materiales para restauraciones estéticas. (12).

Los agentes adhesivos al esmalte están basados en Bis-GMA, desarrollada por Bowen, o UDMA. Ambos monómeros son viscosos e hidrófobos, y son frecuentemente diluidos con otros monómeros de capacidad hidrofílica de mayor y menor viscosidad, tales como el TEG-DMA y HEMA. La unión entre el esmalte y el material restaurador es establecida por la polimerización de los monómeros dentro de las micro porosidades y mediante copolimerización de los enlaces remanentes, doble carbono-carbono con la fase matriz de la resina compuesta, produciendo fuertes enlaces químicos.

El grabado ácido remueve casi 10 μm de la superficie del esmalte y crea una micro capa porosa de 5 a 50 μm de profundidad. Ha sido descrito tres tipos de patrones de grabado del esmalte. Estos incluyen el tipo I en la cual hay disolución de los núcleos del prisma, Tipo II, en la cual hay disolución de las periferias del prisma, y Tipo III, es una combinación de las anteriores.

Dos tipos de proyecciones de resinas han sido descritos: *Macroproyecciones* que son formadas circularmente entre las periferias del prisma del esmalte; *microproyecciones* que están formadas en los núcleos de los prismas del esmalte, donde el monómero cura una multitud de criptas individuales de cristales de hidroxiapatita. (4).

El ácido elimina además la película salival, que de otra manera interferiría con la adhesión, y facilita la humidificación de la superficie de esmalte alterando su tensión superficial. Los efectos del grabado son mayores en dientes permanentes, sin embargo, la eliminación de una pequeña cantidad (0,1) del esmalte externo antes del grabado parece que mejora la resistencia de la unión entre el esmalte y la resina tanto en dientes caducos como en permanentes, que también pueden contener esmalte aprismático. Los efectos del grabado ácido son mayores en el esmalte preparado del margen cavo superficial que en el no preparado. (5)

El efecto del grabado ácido sobre el esmalte depende de diferentes parámetros:

1. - El tipo de ácido usado.
2. - La concentración del ácido.
3. - El tiempo de grabado.
4. - La forma del agente de grabado (gel, semigel, o solución acuosa).
5. - El tiempo de lavado.
6. - La forma en la cual el grabado es activado (frotado, agitación, y/o aplicación repetida del ácido fresco).
7. - Si el esmalte es instrumentado antes del grabado.
8. - La composición química y condición del esmalte.

9.- Si el esmalte; ha grabar es de dientes permanentes o primarios.

10.- Si el esmalte está estructurado por prismas o es aprismático.

11.- Si el esmalte esta fluorizado, desmineralizado o pigmentado.

La resistencia de unión in vitro de las resinas compuesta al esmalte grabado con ácido fosfórico promedio es de 20 Mpa.

La completa remoción del ácido y de los fosfatos de calcio disueltos, y la preservación de un campo de grabado limpio sin humedad y contaminación por saliva son importantes para la longevidad de la unión resina-esmalte. Por esta razón, el aislamiento con dique de goma se prefiere sobre el aislamiento con rollos de algodón.

3.1.2 AGENTES DE GRABADO BASÁNDOSE EN ÁCIDO FOSFÓRICO

Generalmente, el uso de un ácido fosfórico con concentración entre 30 a 40%, siendo el ideal al 37%, un tiempo de grabado de no menos de 15 segundos, y tiempo de lavado de 10 a 20 segundos son recomendados para lograr la superficie más receptiva de esmalte para el enlase.

Un estudio mostró que el ácido fosfórico al 50% aplicado durante 60 segundos sobre el esmalte produce un precipitado de monohidrato de fosfato monocálcico que puede ser lavado. Un precipitado de dihidrato fosfato dicálcico producido por el grabado con un ácido fosfórico de menos de 27% se observo que no era tan fácil removerlo. La disolución del calcio y la profundidad del grabado se incrementa a medida que la concentración de ácido fosfórico aumenta hasta que la concentración alcanza 40%, a mayores concentraciones, se obtiene un efecto reverso. (4)

El grabado durante periodos más prolongados debe evitarse, ya que tiende a disminuir la profundidad de las irregularidades de la superficie. (5)

El tiempo de grabado también ha sido reducido desde la aplicación tradicional de 60 segundos con ácidos fosforicos al 30% a 40% hasta tiempos de grabado tan breves como de 15 segundos.

Debe tenerse en cuenta la formación de los mencionados fosfatos de calcio (o sales equivalentes en el caso de haber utilizado soluciones de otros ácidos) sobre la superficie de esmalte. Una vez que ha actuado la solución ácida durante el lapso adecuado, debe lavarse el esmalte con agua a presión para "barrerlos" totalmente de la superficie. En caso contrario, se fracasará en el logro del contacto y la adhesión entre la resina y el esmalte. (7)

El lavado es importante. Los tiempos de lavado de al menos 15 segundos generalmente son requeridos para remover fosfatos de calcio disueltos, los cuales por el contrario pueden deteriorar la infiltración de monómeros dentro de las micro porosidades del esmalte, en la superficie grabada. Los tiempos de lavado tan breves como de 1 segundo han mostrado no empeorar la resistencia de unión o promover la micro filtración en el sitio del esmalte. (4)

La superficie deberá secarse con aire absolutamente libre de humedad, aceite, etc. El uso de líquidos azeótropos del agua no está contraindicado pero no parece indispensable.

La superficie así obtenida no sólo estará limpia, sino que habrá logrado crear en ella irregularidades dentro de las cuales será posible adherir la resina restauradora (7).

Se ha reportado que el uso del etanol para remover los residuos de agua de la superficie grabada mejora la habilidad del monómero resinoso de penetrar las irregularidades superficiales.

Los acondicionadores modernos contienen agentes desecantes, tales como el etanol o acetona, con un efecto similar. (4)

3.1.3 AGENTES DE GRABADO DEL ESMALTE ALTERNATIVO.

Debido a que el ácido fosfórico es un agente de grabado agresivo que remueve cantidades de esmalte considerables, otros agentes de desmineralización se han observado por su potencial de grabado. (4)

En un principio se empleó el ácido fosfórico en solución líquida con bastante efectividad pero pronto surgieron algunos problemas, como difícil control de su colocación y surgieron dudas acerca del contacto con la dentina tallada y superficie del esmalte ajenas al tratamiento. Como consecuencia surgieron los geles, cuya colocación puede controlarse con mucha mayor precisión.

Los geles pueden requerir de un tiempo de lavado más prolongado para eliminar los restos y residuos tras su uso en comparación con los grabadores líquidos. Las nuevas preparaciones de gel recurren a espesantes polímeros que puedan lavarse de forma más completa, dejando una superficie grabada más limpia. Con todo, los líquidos continúan siendo útiles para la aplicación de selladores de fosetas y fisuras, que requieren la penetración del ácido con los surcos oclusales. Los líquidos permiten, además, su aplicación rápida a numerosos dientes.

La confirmación de que para conseguir un comportamiento óptimo de los adhesivos actuales es necesario acondicionar la dentina con los ácidos ha hecho que el ácido fosfórico haya sido reemplazado por agentes simples formulados para su uso tanto en esmalte como en la dentina.

Estos agentes, constituidos fundamentalmente por ácido maléico o cítrico, se aplican al esmalte y a la dentina de forma simultánea, simplificando el acondicionamiento o procedimiento de grabado. Tienden a presentar una viscosidad líquida, ya que no es necesario limitar su colocación al esmalte (5).

El ácido diaminotetraacético etileno, un fuerte agente descalcificante, promueve bajas resistencias de unión al esmalte, probablemente por que el EDTA no graba preferencialmente. El ácido pirúvico (10%), amortigua con glicina hasta un pH de casi 2.2 promueve altas resistencias de unión al esmalte.

Con la introducción de los sistemas de grabado ácido total, en la cual el esmalte y la dentina son grabados simultáneamente, se aplican ácidos más débiles al esmalte. Con este concepto de grabado total, el término "grabado", es referido como el acondicionamiento, y el agente de grabado es referido como el agente acondicionador. La concentración y tiempo de aplicación de los agentes acondicionadores son adaptados para proporcionar un patrón de grabado de microporos en el esmalte sin causar una desmineralización extrema de la superficie dentinaria. Además del ácido fosfórico usados en concentraciones entre 10 a 40%, otros ácidos inorgánicos, usualmente en una concentración de 2.5, han sido usados, como lo han sido los ácidos orgánicos, tales como los ácidos cítrico y maléico ambos en una concentración del 10 %, y ácido oxálico en una concentración del 1.6% al 3.5%

Los ácidos tales como el ácido fosfórico al 10%, y ácido nítrico al 25%, "graban" al esmalte.

Las consecuencias de grabar el esmalte con ácidos más débiles no son conocidas del todo y por lo tanto, se requiere posterior información concerniente a los agentes acondicionadores universales de esmalte y dentina para los sistemas de grabado total.

Una reciente innovación es el uso de imprimadores autograbadores, también llamados condiprimers, los cuales sirven como acondicionador e imprimador, la razón de estas soluciones de monómero ácido es la formación de una continuidad entre las superficies dentaria y el material adhesivo mediante la simultánea desmineralización y penetración de la resina en la superficie del esmalte con monómeros ácidos que pueden ser polimerizados en situ. El condiprimer es aplicado y dispersado con aire sin lavarlo. (4)

3.2 ADHESIÓN A LA DENTINA

La adhesión a la dentina es siempre una incógnita debido a la naturaleza tan variable de esta estructura de unos dientes a otros e incluso dentro de un mismo diente, al alto contenido de agua y materia orgánica en comparación con el esmalte. Otra variable es la profundidad de la preparación cavitaria, ya que la dentina superficial está menos hidratada y *más mineralizada que la profunda.*

Se sugiere que se necesita una fuerza adhesiva mínima de 17Mpa a la dentina para compensar las tensiones que genera la contracción de polimerización de los composites. Uno de los objetivos en el desarrollo de los adhesivos dentinarios ha sido conseguir una fuerza adhesiva que supere estos valores y que, de ser posible, se acerquen a las fuerzas de adhesión al esmalte. (12)

Los adhesivos dentinarios han sufrido cambios drásticos en su composición y en su manejo clínico a lo largo de la última década, tratando de adaptarse a los conocimientos cada vez mayores del comportamiento de la dentina y de los fluidos dentinarios.

En 1980 Fusayama, proponía grabar la dentina con objeto de crear microretenciones como en el esmalte, sin tener en cuenta que la dentina es un sustrato básicamente orgánico y en el interior de los túbulos existe presión de fluidos que hacen muy difícil la penetración de una sustancia hidrofóbica como eran las resinas que se utilizaban en el momento.

Se diseñaron moléculas bifuncionales capaces de reaccionar químicamente con los componentes orgánicos e inorgánicos de la dentina y copolimerizar con los materiales de restauración.

Actualmente se acepta que la adhesión a dentina tiene un componente micromecánico, gracias a la formación de digitaciones de resina dentro de los túbulos dentinarios, esta unión se mejora gracias a la formación de una zona de interdifusión dentina-resina, denominada capa híbrida.

El insuficiente mojado de la superficie dentinaria y la pobre infiltración hacia los túbulos llenos de líquido que ocurría con los primeros adhesivos hidrofóbicos, han evolucionado al uso de promotores de adhesión bifuncionales con propiedades tanto hidrofóbicas como hidrofílicas (13).

La unión a la superficie de la dentina, es mucho más compleja, se basa en otros mecanismos. Tras los primeros experimentos de unión a la dentina, se consiguieron valores de unión significativos (3,0 Mpa a 8,0 Mpa) con los sistemas de segunda generación.

Sus mecanismos de retención consistían en mantener, o como máximo disolver levemente, el barrillo dentinario que se formaba durante la preparación cavitaria, con el fin de obtener adhesión a través de una unión generada químicamente, para ello se emplearon grupos reactivos tales como los ésteres fosfato o los isocianatos.

Se consiguió un avance definitivo en la unión a dentina, con los sistemas adhesivos de la generación posterior (Syntac). Empleando estas técnicas, el barrillo dentinario se elimina totalmente grabando la superficie y manteniendo la superficie dentinaria con los tubulos expuestos, después a continuación se coloca un primer relativamente hidrófilo y un agente de unión bastante hidrófobo, que genera una capa híbrida con ramificaciones retentivas en los tubulos. Con estos sistemas se conseguían valores de unión en torno a los 20 Mpa o superiores.

Una característica común de los agentes adhesivos es que todos ellos llevan un grupo de entrecruzamiento de monómeros (cross-linking) y un grupo ácido en la molécula, que genera una unión primordialmente química tanto con el composite como con el colágeno y la dentina. La unión al colágeno y a la hidroxiapatita en la región de la desmineralización de la dentina, se consigue tanto por los grupos carboxilato como por los grupos éster fosfato. Dada la mayor acidez de los grupos éster fosfato comparados con un grupo carboxílico sencillo se asume que la reacción con los iones de calcio de la apatita es más pronunciada.

Todos los grupos metacrilato presentes contribuyen a la polimerización, por lo que se produce una matriz polimerizada tras la exposición a la luz.

Dependiendo del agente de entrecruzamiento estos compuestos penetran en la dentina desmineralizada y en grado variable en los túbulos y contribuyen a la formación de la capa híbrida. (15)

3.2.1 SOLVENTES.

La mayoría o todos los adhesivos contienen mezclas de solventes, tales como acetona, agua o etanol. El agua, como solvente tiene la desventaja de ser más difícil de eliminar con la aplicación del aire, que los solventes orgánicos. Por lo tanto pueden aparecer heterogeneidades durante la formación de la película. La acetona es altamente volátil, lo que trae consigo la variación en la cantidad de solvente presente en la botella cada vez que se abre. Otra desventaja de la acetona es el empleo de la técnica de adhesión húmeda. Si la dentina está reseca los valores de unión de los sistemas que contienen acetona se reducen. En este aspecto el etanol está considerado como la alternativa óptima, por ser más volátil que el agua, pero menos sensible a la técnica que la acetona. Por ello el etanol muestra propiedades de humectación mejores tanto para esmalte como para dentina.

3.2.2 RELLENOS

Tanto los rellenos inorgánicos convencionales (cuyo tamaño medio de partícula está en el rango de la micra) semejantes a los empleados en materiales restauradores, como los rellenos con un tamaño de partícula en el rango del nanómetro, pueden ser incorporados en el sistema adhesivo. Con el primero se corría el riesgo de que se formará una capa gruesa tras la fotopolimerización, que es un inconveniente cuando se trabaja con restauraciones indirectas.

Los rellenos con tamaño nanométrico, no influyen en el espesor de la capa del adhesivo hasta tal punto y además, puede penetrar en el interior de los túbulos dentinarios.(15)

3.2.3 PREPARADOR DENTINARIO

En la adhesión de las resinas a la dentina ha sido necesario superar la dificultad a la reacción que presenta la resina inherentemente hidrofóbica con la superficie dentinaria húmeda. Esto se consigue con la aplicación de agentes preparadores sobre la dentina acondicionada. Los preparadores dentinarios son polímeros de muy baja viscosidad. El grupo carboxilo, debido a su afinidad por el agua, aportan calidad hidrofílica a los preparadores y permite una humectación de la dentina, los preparadores, capaces así de competir con el agua por posiciones en la matriz dentinaria, penetran e infiltran la superficie dentinaria acondicionada. Los grupos metacrilo hidrofóbicos permiten un sustrato favorable y polimerizable para el agente adhesivo que se aplica en el paso final. Ejemplos de resinas hidrofílicas usadas como preparadores (o promotores) son el HEMA, dietilmetacrilato piromelítico (PMDM), el bifenedimetacrilato (BPDM) y el N-tolglicinaglicidilmetacrilato (NTG-GMA).

El acondicionamiento de la dentina elimina mineral de apatita, dejando expuesta una red de colágena. Los preparadores de resina hidrofílica difunden por el interior de esta red y atrapan colágeno e hidroxiapatita en la polimerización, con lo que se consigue una capa de dentina reforzada por resina, la capa híbrida.

Los preparadores se suministran con un solvente, generalmente etanol, acetona o agua. Tras el preparador es necesario aplicar aire de forma suave, pero profusa, para eliminar todas las trazas de solvente, ya que el solvente remanente puede interferir con la adhesión del preparador de resina adhesiva que se aplicará posteriormente. (5)

3.2.4 CARACTERISTICAS DEL ADHESIVO A DENTINA

El adhesivo ideal para dentina debe reunir las siguientes características:

- 1) Tener alta resistencia de unión in vivo e in vitro.
- 2) Que selle totalmente los túbulos dentinarios.
- 3) Que sea adhesivo a superficies húmedas (el estado fisiológico natural de la dentina es húmedo).
- 4) Que sea biocompatible.
- 5) Que sea autopolimerizable o de polimerización dual.
- 6) Que forme película de poco espesor.
- 7) Que la unión sea instantánea.
- 8) Que se adhiera a múltiples superficies.
- 9) Que haya sido probado clínicamente.
- 10) Que la unión quede libre de espacios, sin micro filtración. (10)

3.2.5 LA MEMBRANA ADHESIVA

Con esta nueva denominación se describe un mecanismo de adhesión que se corresponde con unas estructuras visibles al microscopio electrónico descrita en la literatura mundial y que equivale a la llamada capa adhesiva.

Los trabajos de autores como Kanka, Perdigao, demostraron como mejor mecanismo la llamada adhesión húmeda (wet bonding), sobre todo cuando empleamos solventes basándose en alcohol o acetona, no tanto con solventes basándose en agua.

Los estudios de Wendt, Leifelder y Kanka demostraron la ausencia de lesión pulpar tras el grabado total, siempre que se sellaran los túbulos con un adhesivo eficaz.

Kanka demostró un aumento de la adhesión a la dentina al utilizar la denominada adhesión húmeda. Su técnica era grabado total; lavado durante 20-30" con agua y secado con un trocito de tisú facial, aplicación de 7 capas de adhesivo (primer A más B); secado con aire durante 5" para eliminar el solvente; Aplicación de la resina y fotopolimerizado.

Por primera vez se puede trabajar en presencia de humedad sobre la estructura dental. Además, es imposible no grabar la dentina al grabar el esmalte, con el grabado total no sólo no lo evitamos, sino al contrario, se necesita.

Los trabajos de Nakabayasy, evidenciaron, la denominada "capa híbrida", como zona de interfase entre la dentina y el adhesivo en concreto la hibridación entre el adhesivo y la malla de colágeno tanto peritubular como intertubular. Está capa híbrida la estudió con adhesivos con base 4 meta, en la que ciertos monómeros pueden infiltrar la dentina y combinarse con el colágeno y con la hidroxiapatita para formar un nuevo material, en parte diente en parte resina, para ello es necesario:

1. Los péptidos dentinarios (colágena entre ellos) no deben ser desnaturalizados.

2. La resina debe incluir grupos hidrófilos e hidrófobos para poder penetrar en la malla de colágeno.
3. El catalizador debe permitir la polimerización tanto con agua como con oxígeno.

Se forma así una membrana de adhesivo unido a la dentina tratada, y está "membrana adhesiva" es frágil y endeble frente a las agresiones, como son las fuerzas de contracción de polimerización (cuantificadas en 17 Megapascales) que llegan a durar hasta 24 horas; como las fuerzas de compresión que se generan al manipular una amalgama adherida o un composite condensable, y como son, también, las fuerzas masticatorias.

Sería un sellado perfecto siempre en unas condiciones ideales no siempre alcanzables (contaminación por saliva y en parte por ser la dentina desnuda por el ataque ácido una superficie porosa e hidrófila).

Como membrana que es, separa a la vez que imbrica las tres estructuras dentina-adhesivo-material restaurador. Tiene dos vertientes:

1. Vertiente dentinaria.
2. Vertiente de la restauración.

Con un total de 100-150 micras de espesor.

Vertiente dentinaria (unión adhesivo-dentina)

Capa híbrida: de unas 5 micras de espesor. Supone la unión adhesivo-dentina, al infiltrarse la resina por las fibras de colágeno peri e intratubular; supone un sellado perfecto.

Vertiente-material restaurador (unión adhesivo-restauración).

CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS

4.1 CLASIFICACIÓN CLÁSICA

4.1.1 PRIMERA GENERACIÓN

- Cervident y Cosmopond son productos que tienen como base un compuesto llamado NPG-GMA (N-fenilglicina glicidilmetacrilato) que introdujo a principios de los años 60 Ray Bowen quien, fue el primero en desarrollar un producto con el objetivo de obtener buena adhesión a dentina.

La resistencia de unión era pobre debido a que la humedad de la dentina tendía a rechazar más que atraer a los adhesivos, que además tenían mayor viscosidad que los actuales. (2)

- Sevriton Cavity Seal, de la compañía Amalgamated Dental Company (ácido glicerofosfórico-dimetacrilato), es uno de los adhesivos de primera generación del cual se tiene el primer antecedente histórico en el año de 1951 con Hagger, este adhesivo no era estable en medio húmedo.
- Cervident, de la casa SS White, fue el primer adhesivo comercial (NPG-GMA), el cual unió al esmalte y dentina mediante quelación, fue el primer sistema adhesivo en desarrollar una adhesión química a la dentina., este tenía una adhesividad reducida de unos 3 Mpa y no prevenía las microfiltraciones.

La fuerza de unión obtenidas con los adhesivos de primera generación fueron solamente de 2 a 3 Mpa.

Se ha sugerido que se necesita una fuerza adhesiva mínima de 17Mpa a la dentina para compensar las tensiones que genera la contracción de polimerización.(12)

Se caracterizan por:

- 1.- Dentina sin tratar.
- 2.- El adhesivo está basado en resinas hidrofóbicas. (3) (4)

4.1.2 SEGUNDA GENERACIÓN

La segunda generación de adhesivos dentinarios se basaba en las resinas BIS-GMA y contenían fosfatos polimerizables.

Con estas resinas trataron de solucionar la falta de fuerza de adhesión del grupo anterior, pero sólo se logró una fuerza adhesiva a la dentina de 2-7 Mpa.

Entre los primeros productos comerciales de este tipo destacaban:

- Scotchbond (3M Dental Products), que contenía un éster halofosforado de BIS-GMA.
- Clearfil (Kuraray).
- Prisma Universal Bond (Caulk/Dentsply).
- Bondlite (Sybron/Kerr).
- J&J Dentin-Enamel Bonding Agent (Jhonson & Jhonson Dental Products).
- Dentin Adhesive (Kulzer Inc). (12)

Estos productos estaban basados en ésteres fosforeos de derivados del metacrilato. Su mecanismo adhesivo involucraba una humectación mejorada de la superficie así como la interacción iónica de los grupos fosfatos cargados negativamente y el calcio cargado positivamente.

En las pruebas clínicas de estos agentes adhesivos dentinarios se encontraron resultados pobres. Se especuló que el fracaso clínico fue debido a una inadecuada estabilidad hidrolítica en el medio oral y porque su principal adhesión estaba en la capa de desecho en lugar de la dentina subyacente.

La presencia de una capa de desecho intermedia evita el contacto íntimo resina-dentina, lo cual es un prerrequisito para cualquier reacción química.

Se caracteriza por:

- Modificar la capa de barrillo dentinario.
- Utilizar resinas hidrofóbicas e hidrofílicas. (3)

4.1.3 TERCERA GENERACIÓN.

En la tercera generación de adhesivos se incluyeron un acondicionador dentinario y un preparador intermedio además del propio adhesivo. Los acondicionadores modificaban o eliminaban el barrillo dentinario antes de aplicar las resinas adhesivas. En uno de los primeros sistemas de este tipo, se usaba un acondicionador dentinario de oxilato férrico/ácido nítrico al 2.5% seguida de una serie de tratamientos con NTG-GMA (N glicina y glicidil metacrilato) y PMDM (dinahidrato pirometalítico y 2-hidroxietil metacrilato). Posteriormente, se modificó el sistema sustituyendo el oxilato férrico por oxilato de aluminio.

El primer sistema comercializado

- Tenure, (Den Mat), fue el primer sistema comercializado que ha sufrido modificaciones a lo largo de los años.
- Tenure Solution incluye ácido fosfórico además de oxilato de aluminio y ácido nítrico para el acondicionamiento de la dentina.

- Mirage Bond (Chameleon Dental Products), con un acondicionador dentinario de ácido nítrico al 2.5% y N-fenil glicina (NPG) seguida de PMDM.
- Gluma, (Miles Dental Products), lleva ácido etilendiaminotetraácetico (EDTA) como acondicionador dentinario, además de hidroxietilmetacrilato (HEMA) y glutaraldehído y una resina sin relleno.
- El Scotchbond 2 incluía como acondicionador dentinario una solución de ácido maleico y HEMA, además de un adhesivo resinoso formado por resina BIS-GMA y HEMA
- XR-Primer/XR Bond (Sybron/Kerr).
- Clearfil Liner Bond System (Kuraray Co).
- Denthesive (Kulzer Inc).
- Prisma Universal Bond 3 (Dentsply/Caulk), este se unía a los componentes orgánico e inorgánico de la dentina. El acondicionador contenía un producto exclusivo que favorecía la adhesión al fosfato: éter del ácido dipentaeritritol penta acrilato fosfórico (PENTA) en una etílica con HEMA. La resina adhesiva incorporaba, además glutaraldehído.
- Prisma Universal Bond 3 contenía un preparador que era exclusivo entre los sistemas de tercera generación, ya que no eliminaba el barrillo dentinario sino que penetraba a través del mismo e incorporaba el barrillo al adhesivo.

Con los sistemas de tercera generación mejoró la fuerza adhesiva media cuyos valores para algunos adhesivos son:

- Scotchbond 2 hasta 9Mpa.

- Prisma Universal Bond 3 y Tenure Solution, puede ser de hasta más de 18Mpa. (12)

El postulado de la técnica era una unión micromecánica y no una unión química como en las dos generaciones anteriores:

Se caracteriza por:

- Eliminar la capa de barrillo dentinario.
- Utilizan resinas hidrofílicas.
- Gluma (Bayer), la dentina se acondiciona con EDTA al 17%. (3)

4.1.4 CUARTA GENERACIÓN

Se caracteriza por la formación de la denominada capa híbrida, se basan en la difusión e impregnación de las resinas en el sustrato de la dentina parcialmente descalcificada, seguida de la polimerización para formar la denominada capa, tiene este mecanismo de hibridación el poder de adherirse y sellar la resina a la dentina tratada. Se basan en el 4-Meta y originalmente el grabado de la dentina se hacía con ácido cítrico al 10% y cloruro férrico al 3%.

Son adhesivos universales: Se unen a esmalte, dentina, amalgama, metal y cerámica. (3).

Dos de los primeros sistemas adhesivos de la cuarta generación dependen de la hidratación de la dentina como elemento fundamental para conseguir una buena unión. Con los primeros sistemas había que secar con aire la dentina después de acondicionarla.

- All Bond 2 (Bisco Inc), funciona mejor sobre dentina húmeda o bien hidratada. Incluye un acondicionador de ácido fosfórico para la dentina y el esmalte y preparadores hidrófilos que contienen N-toliglicina-glicidil metacrilato (NTG-GMA) y bifeníl dimetacrilato (BPDM) en acetona. Sobre esta capa de imprimación se aplica una resina sin relleno que contiene BIS-GMA y HEMA.
- El Scotchbond Multi-Purpose (3M), también funciona mejor sobre dentina húmeda, incluye una solución de ácido málico al 10% para acondicionar la dentina y un preparador que consiste en una solución acuosa de HEMA y copolímero Vitrebond. En este sistema la resina adhesiva es también una resina BIS-GMA con HEMA, se ha sustituido el ácido málico por ácido fosfórico en el Scotchbond MultiPurpose para potenciar la adhesión al esmalte.

La humedad en la superficie de la dentina facilita la infiltración a la dentina superficial descalcificada por los preparadores de estos sistemas. El acondicionamiento con ácido desmineraliza parcialmente la capa superficial de la dentina, dejando una superficie fibrilar alterada y rica en colágeno. El agua de la superficie húmeda de la dentina ayuda a suspender las fibrillas de colágeno, dejando espacio para la posterior penetración de la imprimación.

Se acepta que una desecación excesiva de la superficie dentinaria colapsa la microestructura de la superficie dentinaria desmineralizada y crea una barrera que impide la penetración del preparador hidrófilo.

La manipulación de la superficie dentinaria para evitar una desecación o una humectación excesiva puede traer problemas clínicos, en estudios se ha reportado que una superficie muy húmeda se forman huecos y vacíos, debido a una separación de las fases de los componentes del preparador que provoca una polimerización por emulsión de la capa adhesiva, si la superficie está muy seca se puede colapsar la capa de colágeno, impidiendo la penetración del preparador. La fuerza adhesiva disminuye sobre las superficies grabadas con ácido y desecadas.

La superficie dentinaria apropiada para la adhesión húmeda es aquella que está visiblemente húmeda pero sin que exista un exceso de agua que forme un menisco sobre la superficie. Este tipo de superficie se puede conseguir secando con una bolita de algodón para eliminar el exceso de agua superficial sin desecar la superficie.

- Imperiva Bond (Shofu Denta Corp.), incluye un ácido de tratamiento, un preparador que contiene HEMA y ácido 4-acriloxietiltrimérico y un adhesivo que contiene trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA), dimetilamino etilmetacrilato e hidroxitolueno butilado (BHT).
- Permaquik (Ultradent Products), incluye un acondicionador ácido, un preparador etílico que contiene una resina elástica natural, bálsamo de Canadá y HEMA, un adhesivo de BIS-GMA que contiene un relleno de vidrio.
- OptiBOND (Sybron/Kerr), contiene un adhesivo parcialmente relleno, su preparador contiene HEM, y glicerol fosfato dimetacrilato (GPDM) en etanol y agua, y cuyo adhesivo contiene BIS-GMA, HEMA, glicerol dimetacrilato, vidrio de bario y relleno de sílice ahumada.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

- **SolidBond (Kulzer)**, contiene una resina adhesiva parcialmente rellena. El uso de rellenos en las resinas adhesivas permite conseguir sistemas radiopacos y que, experimenta menos contracción de polimerización a nivel de la capa adhesiva. Se supone que al producirse menos tensiones residuales por la contracción del adhesivo falla menos la adhesión.
- **ProBOND**, se distingue de los demás sistemas de cuarta generación, en que no es necesario acondicionar la dentina para conseguir la adhesión dentinaria. Consta de un preparador de acetona/etanol, un favorecedor de la adhesión al fosfato (PENTA) y un adhesivo que contiene dimetacrilato de uretano (UDMA), PENTA y glutaraldehído. Sin embargo sigue siendo necesario grabar con ácido el esmalte para que este sistema se adhiera bien al mismo.
- **Liner Bond 2**, de Kuraray, presenta un preparador autograbable que no necesita enjuagarse. El preparador está constituido por feni-P, HEMA, ácido N-metacrilóil 5-aminosalicíclico (5-NMSA) y una resina adhesiva que contiene 10-metacrilóiloxidecil dihidrógeno fosfato (MPD), BIS-GMA y sílice coloidal. Se han obtenido con estos sistemas adhesivos valores de fuerza de adhesión al esmalte de 19.4 y 28.2 MPa.
- Además de la adhesión al esmalte y la dentina, se asegura que sirven para adherir aleaciones coladas, amalgamas y porcelana.
- Se asegura que los sistemas de cuarta generación tienen una fuerza adhesiva media que va desde 17MPa hasta más de 24 MPa.(12)

4.1.5 QUINTA GENERACIÓN

Se denominan sistemas adhesivos monocomponentes (primer más adhesivo), aunque casi siempre necesitan el acondicionamiento del esmalte y de la dentina.

- Prime Bond NT, en este sistema adhesivo se incorpora el activador , convirtiéndolo en polimerizado dual, lo cual solucionó el inconveniente de la falta de versatilidad con respecto a los de 4ª generación, ya que sólo son fotopolimerizables.
 - El activador (Self Cure Activator) tiene como componentes:
 - Sal de sulfato aromático (catalizador) .
 - Acetona (transportador de resinas adhesivas y solvente).
 - Alcohol etílico (solvente).(3)

Casi todos estos sistemas adhesivos de quinta generación incorporan flúor, evitando recidivas de caries. Los primeros fueron:

- One-Step (Bisco), es uno de los primeros adhesivos monocomponentes comercializados está compuesto por resinas BIS-GMA, BPDM; y HEMA disueltos en acetona.
- Prime-Bond (Dentsply), es otro de los sistemas adhesivos monocomponentes que se comercializarón primero, contiene PENTA, TEGDMA y una resina UDMA disuelta en acetona.
- Prime Bond NT (Dentsply).
- Prime Bond 2.1 (Dentsply), contiene PENTA, TEGDMA y una resina UDMA.

- Prime Bond y Prime Bond 2.1 requieren el acondicionamiento con ácido para lograr un óptima fijación al esmalte, aunque no para su fijación a la dentina. La molécula PENTA es multifuncional y se postula que puede ser capaz de desmineralizar parcialmente a la dentina facilitando la penetración de las resinas en su interior.(12)
- Prime Bond NT Dual Cure (Dentsply). Con curado dual, auto y foto (útiles en restauraciones indirectas). Es de baja viscosidad, incorporan relleno, y pueden incorporar un sistema de grabado sin ácido ortofósforico con el NRC (grabador sin ácido). (3)
- La adherencia de estos compuestos depende de la hibridación de la dentina. La penetración de la resina en la dentina cuando se utilizan estos materiales generalmente dependen de la humedad residual en la dentina y la formación de compuestos hidrófilos. Dada la alta concentración de solvente estos preparados, podrían tolerar pequeños cambios en el contenido hídrico de la dentina.
- OptiBOND Solo (Kerr), está compuesto por HEMA, GPDM y BIS-GMA, disueltos en etanol/agua, también contiene los rellenos de bario y sílice humeante de OptiBOND se comercializa en una botella de plástico multiuso típica, así como en envases de monodosis.
- Single Bond (3M Dental Products), es una versión premezclada de Scotchbond Multi-Purpose. Este producto está compuesto por HEMA, BIS-GMA y resina de dimetacrilato, junto con un copolímero funcional de metacrilato y ácidos poliacrílicos y politacónico disueltos en agua y etanol.

La fuerza de adhesión al esmalte y dentina los valores superan los 20 Mpa.

Ninguno de estos sistemas constituye en realidad un sistema monocomponente, dado que ellos requieren una etapa de grabado ácido del esmalte, y ciertos casos, acondicionamiento de la dentina. (12)

4.2 CLASIFICACION DE ADHESIVOS, DE ACUERDO AL ACONDICIONAMIENTO DE LA DENTINA

4.2.1 DISOLUCIÓN O ELIMINACIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO.

Bowen describió un sistema en que no sólo se elimina, sino que se reemplaza el barrillo dentinario.

El acondicionamiento con una solución de ácido nítrico diluida (2,5 %) y oxalato férrico eliminaba el barrillo dentinario y lo reemplazaba por un precipitado insoluble. Este "barrillo dentinario artificial" presentaba una unión más estrecha a la dentina que el barrillo original, sellaba con efectividad los túbulos y contenía una elevada proporción de cationes metálicos. Se mezclaron entonces con acetona monómeros, hidrofílicos NPG-GMA y se aplicaron por separado. Después el sistema fue modificado, simplificado y comercializado como Tenure (Demat). El oxalato férrico del acondicionador de ácido nítrico fue reemplazado por oxalato de aluminio por la tinción marginal que se atribuyó a los iones de hierro. Tras el lavado del acondicionador y el secado con aire, se mezclan y aplican sobre la dentina acondicionada soluciones de acetona de NTG-GMA (Tenure A) y PMDM (Tenure B).

El acondicionador no contiene oxalatos metálicos, ya que la eliminación de los oxalatos no reducía la resistencia de la unión. Además, la N-fenilglicina (NPG) se sustituye por NTG-GMA y se añade al acondicionador (2,5% de ácido nítrico y NPG).

Adhesive By Choice (Chameleon) es el sucesor de Mirage Bond e incorpora modificaciones adicionales diseñadas para aumentar la versatilidad del sistema y adaptarlo a las tendencias actuales de adhesión sobre dentina húmeda. Se aplica el acondicionador de esmalte / dentina constituido por ácido nítrico que se suministra en el propio sistema y no se lava, o se emplea como opción alternativa grabado del esmalte y dentina con ácido fosfórico al 10%. Con la superficie dentinaria húmeda, se mezcla el preparador de dos componentes y se aplica en varias capas. Los preparadores A y B contienen NTG-GMA al 5% en acetona y glicerol metacrilato piromelítico al 2% (PM-GDM) en acetona. El PM-GDM es un análogo del PMDM y es producto de la reacción del dianhídrido piromelítico y el gliceroldimetacrilato.

Restobond 4 Multipurpose Bonding Agent (Lee Pharmaceuticals), representa una evolución similar del Restobond 3. El esmalte y la dentina acondicionan de forma simultánea con una solución de ácido nítrico al 2,5%, y después se lavan y se secan. El preparador de dos componentes está constituido, en la actualidad por PM-GMD (adhesivo) y NTG-GMA (activador del composite). El preparador mezclado se aplica en numerosas capas y se seca. Scotchbond 2 (3M) es un sistema de dos fases que emplea un preparador con autograbado, constituido por ácido maleico y HEMA en solución acuosa.

El preparador se coloca sobre la superficie dentinaria y se seca con aire en lugar de lavarlo. Está diseñado para solubilizar y disolver el barrillo dentinario y para desmineralizar la superficie dentinaria.

Scotchbond Multipurpose (3M) es el sucesor de Scotchbond 2 y comprende de tres pasos. En el primero emplea una solución acuosa de ácido maléico al 10%, que se describe como un grabador multipropósito para su uso, tanto sobre dentina como sobre esmalte, y contiene un espesante sin silicio. El grabador tiene viscosidad líquida, ya que no es necesario controlar que su aplicación afecte sólo el esmalte. El tiempo de aplicación recomendado es de 15 seg, seguido de lavado y secado. El preparador está constituido por una solución acuosa de HEMA y el copolímero polialquenoico empleado en el Vitrebond. Se cree que el copolímero reduce la sensibilidad a la humedad observada en otros sistemas en condiciones de humedad elevadas.

Gluma fue diseñado para su adhesión a la dentina por quelación de calcio y unión química al colágeno. Como acondicionador y agente quelante emplea ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Para potenciar la adhesión al colágeno se añade glutaraldehído al preparador de resina hidrofílico HEMA. El agente adhesivo de resina (bis-GMA y trietilenglicolglícildimetacrilato, (TEG-GMA) completa el proceso, constituido por tres pasos.

Gluma 2000, constituido por dos soluciones, es una versión actualizada y simplificada del sistema Gluma. La solución 1 (ácido oxálico al 1,6% nitrato de aluminio al 2,6% y glicina al 2,7% en agua) esta diseñado para el grabado del esmalte y la eliminación de la capa de barrillo dentinario simultáneo. Su aplicación se sigue de lavado y secado.

La solución 2 es un preparador compuesto de metacrilatos monofuncionales y polifuncionales en etanol y agua.

All bond 2 se suministra con dos acondicionadores de dentina opcionales, por lo que se clasifica en dos apartados según los modos de actuación. All Bond 2 fue el primer sistema en suministrar gel de ácido fosfórico al 10% para uso como acondicionador de dentina, con lavado y secado, con agentes espesantes de silicio en dos partes. Tras aplicar el acondicionador, lavar, y secar, se mezcla un preparador de fraguado dual de dos componentes, NTG-GMA y BPDM, y se aplican en múltiples capas. El adhesivo está compuesto de BIS-GMA, UDMA y HEMA. Con este sistema se han publicado resistencias de la unión que superan a las comúnmente aceptadas por el esmalte-resina (20 Mpa). Empleando la técnica de adhesión húmeda, Kanca indicó resistencias de la unión de 29,34 + 4,09 Mpa. En esta técnica la dentina acondicionada no se seca con aire sino que se deja secar, teniendo una superficie húmeda, con la idea de que la humedad adicional aumenta la potencia de penetración de los preparadores hidrofílicos en la dentina acondicionada.

Powerbond (Cosmedent) presenta similitud química con All Bond 2, su preparador de doble componente no muestra propiedades de fraguado dual. Se suministra con un adhesivo fotopolimerizable y una resina de fraguado dual, para su uso en restauraciones directas. El 4-META, se describe como promotor de la adhesión. La incorporación de 4-META al metilmetacrilato elevaban la difusión de este sistema adhesivo en la dentina acondicionada.

El tri-N-butilborano (TBB) es un iniciador que actúa en conjunto con agua y oxígeno. Teniendo en cuenta que el agua y el oxígeno son muy abundantes en la dentina, se dice que el TBB consigue una polimerización profusa del adhesivo, infiltrado con una contracción en la dirección del sustrato dentinario. El acondicionador de este sistema es el ácido cítrico al 10% con cloruro férrico al 3%. La mejor resistencia a la unión que se observa cuando se emplea este acondicionador en lugar de ácido cítrico aislado se atribuye a la estabilización de las fibras de colágeno con iones férricos. La prevención del colapso de las fibras que da como resultado la contracción de la superficie acondicionada facilitando la infiltración de la resina. El sistema 4-META/MMA-TBB se comercializa como Amalgabond contiene acondicionador y preparador.

El sistema Clearfil Liner Bond (Kuraray) emplea una solución de ácido cítrico al 10% y cloruro cálcico al 20% para acondicionar el esmalte y la dentina. Tras proceder al lavado, se aplica el preparador N-metacrilóil 5-ácido amino salicílico (NMSA). Este monómero, derivado del ácido salicílico, está diseñado para promover la adhesión al colágeno. Después se aplica la resina adhesiva (Clearfil Photobond Resin), que combina Bis-GMA, HEMA y 10-metacrilóiloxidecil-dihidrogenofosfato (MPD), promotor de adhesión exclusivo de las resinas adhesivas de la casa comercial Kuraray.

El sistema Denthesive (Kulzer) está diseñado para conseguir la unión química tanto a la hidroxiapatita como al colágeno de la dentina. Para eliminar el barrillo dentinario se emplea un acondicionador compuesto por EDTA.

El preparador de doble componente está constituido por Di-HEMA fosfato (derivado HEMA) y un éster funcional del ácido maleico (monometacrililoixietilmaleato, MEM), Como tercer paso se aplica y polimeriza una resina adhesiva UDMA que contiene microrelleno silanizado en el 42% (de peso)

Syntac (Ivoclar-Vivadent) se suministra con un preparador de autograbado que contiene ácido maleico (4%) y TEG-DMA en acetona, por lo que no emplea acondicionador de dentina. Tras la aplicación y el secado del preparador se aplican dos resinas adhesivas. La primera, conocida en este sistema como adhesivo, contiene glutaraldehído (5%) y polietilenglicoldimetacrilato en agua. Tras secar con aire el adhesivo, se aplica la resina sin relleno Heliobond (Bis-GMA y TEG-DMA) y se fotopolimeriza.

Optibond (Kerr) es el sucesor del sistema XR Bond. El preparador es un material fotopolimerizable monocomponente que contiene HEMA, glicerolfosfatodimetacrilato (GPDM) y mono (2-mertacriloxietil) ftalato (PAMM) en etanol y agua. Si la dentina no se ha grabado con ácido fosfórico, el preparador se aplica con un fuerte movimiento para disolver el barrillo dentinario. Tras la fotopolimerización del preparador se aplica la resina adhesiva.

El sistema ART (Advanced Retention Technology) Bond (Coltene/Whaledent), al igual que Scotchbond 2 y Syntac, no utiliza acondicionador de dentina. El preparador de doble componente está diseñado para desmineralizar el barrillo dentinario durante su aplicación. El preparador mezclado contiene ácido maleico, fluoruro sódico, HEMA y otros metacrilatos y derivados del ácido maleico.

La resina adhesiva, Bis-GMA y TEG-DMA, contiene también ácido maleico.

4.2.2 DISOLUCION PARCIAL DEL BARRILLO DENTINARIO

XR -Bond (Kerr) es un sistema de doble componente que no incluye acondicionador de dentina. El preparador es una solución al 3,75% de un éster dimetacrilato fosfonatado, pero es suficientemente ácido para disolver, los restos de barrillo dentinario o para eliminarlo, en las áreas finas, también se le añade un foto iniciador. Esta solución no es un preparador de autograbado, ya que no contiene acondicionador ácido ni produce los mismos efectos de superficie sobre la dentina que estos agentes. La resina adhesiva combina UDMA, TEG-DMA y el éster dimetacrilato fosfonatado.

Imperiva Bond (Shofu Denta Corp), es un adhesivo de cuarta generación que promociona la quelación con la dentina húmeda y la formación de enlaces de hidrógeno. El preparador elimina la necesidad de acondicionar la dentina, ya que elimina el barrillo dentinario, pero deja tapones o tapas de barrillo dentinario ocluyendo los túbulos. Por lo tanto debe evitarse un sobre acondicionamiento, es decir la desmineralización hasta una profundidad a la que el preparador es incapaz de penetrar.

Así se describen dos técnicas opcionales. En la técnica de tres pasos, el grabado del esmalte, o grabado de esmalte y dentina, se realiza antes de aplicar el preparador. En la técnica de cuatro pasos, el preparador se aplica primero para proteger la dentina durante el grabado del esmalte. El

preparador monocomponente contiene HEMA, silano y ácido acriloxietiltrimérico en agua.

Se aplica por agitación se seca con aire y se fotopolimeriza. La resina adhesiva UDMA contiene también los componentes del preparador.

4.2.3 PRESERVACION O MODIFICACIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO.

All Bond 2 (Bisco), cuando se emplea con el acondicionador SA-HEMA al 20% (anhídrido succínico-hidroxietilmetacrilato). Este acondicionador, aplicado y secado en aire, es levemente ácido y sólo modifica el barrillo dentinario aumentando su permeabilidad y reduciendo su tensión superficial. El resto de la técnica es similar a la descrita cuando se emplea el acondicionador de ácido fósforico al 10%.

El sistema Prisma Universal Bond 3 no emplea un acondicionador y es el único sistema de tercera generación que no altera de forma significativa el barrillo dentinario. El preparador consiste en una solución de etanol de HEMA al 30% y éster fosfonatado pentacrilato al 6% (PENTA), un promotor de adhesión que produce una leve desmineralización del barrillo dentinario, permitiendo la mejor penetración del preparador. La resina adhesiva está constituida por UDMA, TEG-GMA, PENTA y glutaraldeído.

4.3 NANOTECNOLOGÍA

Una de las ventajas de la química en odontología es que se pueden obtener un gran número de avances, que se pueden transferir y usar en materiales dentales. La nanotecnología es una de las áreas de la química moderna en donde se están realizando múltiples esfuerzos de investigación para poder usar de forma adecuada esta tecnología.

La idea es crear materiales que tengan las ventajas de ambos materiales, orgánicos e inorgánicos, esto es, que combinen la flexibilidad y dureza de la red orgánica con la resistencia de los compuestos inorgánicos. Esto se obtiene con materiales que consisten en una matriz orgánica con componentes inorgánicos de escala nanométrica. Ejemplos de la nanotecnología se pueden encontrar en el área de capas superficiales extremadamente resistentes, cerámicas de alto rendimiento y adhesivos para aplicaciones especiales, entre otros.

La idea de usar esta nanotecnología (que se indica mediante las siglas NT en el adhesivo denominado Prime & Bond NT) es para fortalecer la capa adhesiva. Lo que se hizo fue incorporar un relleno extremadamente pequeño (el tamaño promedio de las partículas es de 7nm, que es menos que 1/100 el tamaño del relleno de Dyract AP o el diámetro de un túbulo dentinario) en la formulación de Prime&Bond NT. Como este nanorelleno es muy pequeño y la superficie se modifica químicamente, la viscosidad del adhesivo no aumenta prácticamente. Esto es importante puesto que el adhesivo ha de poseer una baja viscosidad para ser capaz de penetrar profundamente en la dentina.

La nanotecnología es muy útil en los adhesivos dentinarios por varias razones. La incorporación del nanorelleno en el adhesivo, lo refuerza. Además, hace al adhesivo más similar a ambos, la dentina, el material restaurador y los materiales a unir. Por ejemplo, la dentina también es un material compuesto consiste en cristales de apatita que le confieren la resistencia del material, y del colágeno que le da dureza.

En el adhesivo, las mismas funciones las realizan diversas sustancias: el nanorelleno aporta resistencia y la matriz de resina suministra la dureza necesaria.

Además el nanorelleno usado en Prime&Bond penetra en la dentina rápidamente por su tamaño extremadamente pequeño. Incluso, el nanorelleno es tan pequeño que es capaz de formar parte de la capa híbrida, compuesta por el adhesivo y la dentina modificada ello refuerza directamente, el área más importante de la interfaz adhesiva. La penetración del nanorelleno en la capa híbrida ha sido mostrado por el profesor Perdigao.

Gracias a los últimos avances tecnológicos, se ha conseguido depurar una técnica que permite la obtención de partículas homogéneas tan pequeñas, que han sido denominadas como nanotecnología, haciendo a que su tamaño es de pocos nanómetros (1mm= 1.000.000 nm.).

La casa comercial Dentsply ha producido y formulado estas nanopartículas de forma estable y económica, creando el adhesivo Prime & Bond NT. Estas nanopartículas son capaces de penetrar entre las fibras de colágeno y la dentina desmineralizada y, a continuación, por los túbulos dentinarios que tienen un diámetro 100 veces mayor.

De este modo, se produce una sujeción entre la estructura dental, el primer, las nanopartículas, el resto de los componentes del adhesivo y el material restaurador, Dyrac AP o Spectrum TPH , formando una estructura totalmente compacta. Por todo ello, se obtiene una fuerza de unión superior, una aplicación universal, con resultados consistentes, que permiten su aplicación en una sola capa.

Mientras la adhesión al esmalte es una técnica fiable, la adhesión a dentina representa un reto mayor, aunque se habla de un entrecruzamiento micromecánico similar entre la resina y la dentina.

Existen varios factores responsables de esta diferencia. El esmalte está compuesto por minerales, mientras que la dentina contiene un porcentaje mayor de agua y material orgánico, principalmente colágeno tipo 1. La dentina es un tejido intrínsecamente húmedo, atravesado por un sistema de tubulos llenos de fluido que a su vez contiene el proceso odontoblástico, que comunica con la pulpa. Cada túbulo está rodeado por un collar de dentina hipermineralizada llamada dentina peritubular. La dentina más fibrosa y menos mineralizada que está entre los tubulos se llama dentina intertubular. El área relativa de dentina ocupada por los tubulos disminuye al alejarse de la pulpa cerca de 20.000 mm en la unión amelodentinaria.

Han sido introducido al mercado varios adhesivos dentinarios en un sólo frasco, combinando el "primer" y el adhesivo fluido en una solución única. En el frasco, el fabricante incluye moléculas que son hidrofílicas en su mayoría (tales como BPDM, PENTA, etc..) con otras moléculas, que aportan un comportamiento más hidrofóbico, todo ello en un solvente orgánico.

La mayoría de estos productos contienen un agente para grabado y resina fluida como "primer". El agente de grabado, como el ácido fosfórico en concentraciones de 30-40%, disuelve el barrilo dentinario y abre los tubulos exponiendo una estructura de fibras colágenas en la superficie de la dentina. La humedad de la superficie es un factor crítico para el funcionamiento de los adhesivos basados en acetona.

Se ha visto que Prime & Bond 2.1 (Dentsply), se adhiere firmemente a la dentina, independientemente de las condiciones de la superficie. Tras el grabado del esmalte y dentina con ácido fosfórico al 36%, la superficie se lava con agua, pero no se seca con aire. Después se aplica el adhesivo en la superficie de la dentina húmeda y se deja actuar durante 20 segundos, asegurándose de que la superficie se mantenga cubierta con el adhesivo. Entonces la superficie se seca con aire muy suavemente para que la acetona se evapore y tras ello se fotopolimeriza durante 10 segundos. Se aplica una segunda capa, se seca suavemente, pero no se fotopolimeriza siguiendo las instrucciones del fabricante.

CONCLUSIONES

La odontología siempre ha intentado la unión entre las diferentes restauraciones y la estructura dental remanente.

Los primeros adhesivos sólo se unían al esmalte, mediante el grabado de éste con ácido ortofosfórico, protegiendo la dentina con bases, utilizando primero hidróxido de calcio; actualmente hay adhesivos que se unen con el esmalte y la dentina. Por eso se habla de odontología adhesiva y dentro de ella, el uso y el conocimiento de los adhesivos dentinarios es fundamental para obtener excelentes resultados en nuestros tratamientos.

Es importante conocer los diferentes componentes histológicos del diente para saber de que manera se va a lograr la adhesión, cuál es el mecanismo por el que se va a realizar la misma, provocando así una mayor adhesión y lograr así el éxito en nuestras restauraciones.

Los adhesivos dentales están teniendo un gran auge en la odontología restauradora.

Los primeros estudios que se realizaron en la década de los cincuenta, acerca de la adhesión de resinas al esmalte, previo al tratamiento con ácido grabador, han avanzado en la ciencia de los materiales dentales y en las técnicas de restauración dental hoy en día.

Nuevos materiales han salido al mercado y debido a los resultados de nuevas investigaciones, al cabo de algunos meses una nueva generación de adhesivos vienen a sustituir a los anteriores, por lo que el cirujano dentista tiene una gran variedad de estos materiales para escoger de acuerdo al problema clínico que tenga que resolver.

La tecnología adhesiva ha llegado a ser muy importante como se puede observar en el presente trabajo. Actualmente los sistemas adhesivos llamados universales, todo propósito o multipropósito que se unen a esmalte, dentina, amalgama, metal, y porcelana han agobiado al mercado odontológico, de manera que se vuelve difícil para el odontólogo general hacer una selección del producto para su uso diario.

Los avances que se han obtenido, para mejorar los adhesivos dentales, le han permitido al odontólogo mejorar la estética dental en forma simple y económica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Calzada, NMN;
Perspectiva de los materiales adhesivos en odontología restauradora,
Colegio de cirujanos dentistas, 13 (1) 1996, 43.
2. Barceló Santana Federico y Cols.
Actualización en adhesivos para esmalte/dentina y otros sustratos,
tercera parte, Práctica Odontológica, 16 (9) 1995 p.p 24-29.
3. <http://w.w.gaceta dental.mx>.
4. Schwartz S, Richard.
Fundamentos en odontología operatoria un logro contemporáneo.
Colombia, Actualidades Médico, Odontológicas de Latinoamérica, 1999
p.p 141-173.
5. Crispin J, Bruce.
Bases prácticas de la odontología estética.
Barcelona, Masson, 1998.
p.p. 71-89.
6. Gómez De Ferraris, María.
Histología y embriología bucodental.
España, Editorial Médica, Panamericana, 1999.
387 pág

7. Barrancos Mooney, Julio.
Operatoria Dental
3ª ed.
Argentina, Editorial Médica, Panamericana, 1999.
1176 pág.
8. Dental abstracts en español, 5 (6) 1998, 238-239.
9. Macchi, Ricardo Luis.
Materiales dentales
3ª ed.
Argentina, Médica Panamericana, 2000.
p.p 38-41.
10. Barceló Santana, Federico y cols.
Actualización en adhesivos para esmalte y dentina y otros sustratos,
1ª parte, *Práctica Odontológica*, 16 (2) 1995 p.p.18-23.
11. Phillips, RW, Skinner.
Ciencia de los materiales dentales.
México, McGraw-Hill, Interamericana, 1998.
p.p 25-31.
12. Latta, Mark y cols;
Adhesivos dentales en Odontología restauradora contemporánea,
clínicas Odontológicas de Norteamérica Vol 4/1998 p.p 587-597.
13. *Dental World.com.odontología general.*

14. Herrera L, Javier.

Odontología restauradora, Dentista y paciente, Vol.4 No 40
Octubre/1995.

p.p. 8-9.

15. Gianasmidis, Alexandros.

Examen de la formulación de un nuevo sistema adhesivo
monocomponente, Signature Internacional, Vol. 4 No2, 1999.

16. Ross H, Michael

Histología texto y atlas a color.

2ª ed.

México, Panamericana, 1992.

Pág. 97