

# **ADHESION EN ODONTOLOGÍA ESTETICA Y RESTAURADORA**

**Dr. Ariel Cardona:** Postgraduante de la  
Especialidad en Odontología Restauradora y Estética.  
Universidad Mayor de San Simón.

**Norma Paz Méndez, Ph.D. :** Tutor y Docente de la  
Especialidad en Odontología Restauradora y Estética.  
Universidad Mayor de San Simón.

**Juan Carlos Castañeda, Ph.D.:** Docente de la  
Especialidad en Odontología Restauradora y Estética.  
Universidad Mayor de San Simón.

---

## **RESUMEN**

El presente trabajo de monografía inicia con la introducción del trabajo, seguido por el primer capítulo, que va a estar conformado por los objetivos generales, los objetivos específicos y la justificación.

Continuando con esta lógica, sigue el segundo capítulo que contiene el marco teórico, que va a estar sustentado por la bibliografía de diversos autores, el cual menciona y describe puntos importantes en relación a la Adhesión en odontología Restauradora, como ser los componentes de los adhesivos, sus características, propiedades, clasificación, manipulación y las últimas tendencias que están dando origen a nuevos conceptos en la adhesión. Concluye este capítulo con la discusión del mismo.

Seguidamente, se presentará el tercer capítulo donde haremos las conclusiones del trabajo y las recomendaciones pertinentes.

Por último, se encuentra el cuarto capítulo, elaborado en base a las referencias bibliográficas y los anexos.

**Palabras Clave:** Adhesivo, Adhesión, Monómero, Polímero, Polimerización, Sustrato, Dentina, Acondicionamiento ácido, Smear layer , Humectancia.

## **ABSTRACT**

This monograph begins with the work introduction, followed by the first chapter, which is divided into general objectives, specific objectives and the justification.

Continuing with this logic, the second chapter contains the theoretical framework, sustained by the bibliography of different authors, which mentions and describes the important points concerning Adhesion in Restorative Odontology, such as the characteristics, properties, classification, handling and the latest tendencies that are originating new concepts in adhesion. This chapter concludes with the discussion of the above.

Following, the third chapter is where we shall present the conclusions the pertinent recommendations.

Finally, is the fourth chapter, composed of the bibliography and annexes.

# **INTRODUCCION**

## INTRODUCCION

La adhesión es la innovación más importante de la odontología en toda su historia especialmente en las últimas décadas. Su aparición cambia toda una generación de materiales cuya retención en el diente estaba dada básicamente por la cavidad (macroretención), para lo que se desgastaba mayor cantidad de tejido en función de darle más beneficio al material que se iba a utilizar. A esto, se le puede aumentar el hecho de una gran cantidad de restauraciones que fracasaban por la infiltración marginal al no existir una inter-relación entre diente-material. Una vez nacida la resina compuesta, la adhesión tomó un papel central en la odontología, mejorando la biocompatibilidad y también tornando la odontología menos invasiva y más conservadora.

Muchos son los pasos que se han dado en este sentido, sin embargo aún es bastante lo que falta en el campo de la adhesión a los tejidos dentarios. Con el surgimiento de este procedimiento, quizás en un tiempo pasado se abusó de sus alcances, dejando toda la carga y responsabilidad a la misma, sin tomar en cuenta algunas características propias de la resina compuesta, como ser la contracción de polimerización que ocurre y que puede llevar al fracaso la restauración por falla cohesiva.

Otros fracasos han estado dados por la mala información y consecuente mala manipulación de los adhesivos, lo que ha llevado a las fábricas a proponer materiales de manejo más simple y de menos pasos, en busca de facilitar al odontólogo la manipulación y por lo tanto, disminuir las fallas que se producían en la clínica. Esto ha resultado en sistemas más sencillos, pero que sacrifican en algunos casos, propiedades y estabilidad del material.

Son varias las clasificaciones, las características, los componentes, todos estos aspectos, que influyen directamente en el proceso y la eficiencia de la adhesión en la odontología restauradora.

# **CAPITULO I**

# **CAPITULO I**

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Establecer criterios guía para la selección de un adhesivo para la realización de restauraciones de resina compuesta en Odontología Restauradora y Estética, su manipulación, tomando en cuenta sus características y comportamiento en diferentes partes del diente.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- \* Describir las características y componentes de los tejidos dentarios
- \* Establecer generalidades de los adhesivos en odontología; tipos de retención y enlaces que los caracterizan.
- \* Analizar la evolución de los adhesivos a través de la historia.
- \* Clasificar los adhesivos en odontología restauradora.
- \* Describir los componentes de los adhesivos en odontología restauradora.
- \* Establecer los factores que favorecen la adhesión y describir el uso de los diferentes sistemas adhesivos.

## **2. JUSTIFICACION**

La evolución de los materiales restauradores en la odontología actual, demanda a su vez un manejo impecable de los sistemas adhesivos que los van a mantener en boca. Es importante que el odontólogo aplique la adhesión de manera correcta, seleccionando no solamente un buen adhesivo si no conociendo

las propiedades, características y manipulación del mismo, evitando de esta manera consecuencias frecuentes de un fallido procedimiento, como ser: sensibilidad postoperatoria, brechas marginales, degradación hidrolítica, recidivas de caries, etc. Es por este motivo y en este escenario, que el presente tema de monografía resulta pertinente y relevante toda vez que se encuentra dirigido a actualizar al odontólogo en este campo.

## **CAPITULO II**

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **1. HISTOLOGIA DENTARIA**

Es importante mencionar los tejidos que están involucrados en la adhesión, en este caso vamos a describir al esmalte y el complejo dentino pulpar.

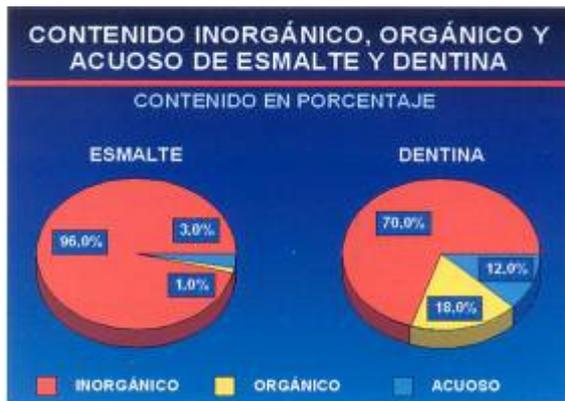
##### **1.1. Esmalte**

Es un tejido derivado del ectodermo, hipermineralizado que recubre y protege el complejo dentinopulpar.

El esmalte maduro, en su estructura esta compuesto por cristales de hidroxiapatita en un 96%, tiene un 3% de agua y una matriz orgánica que constituye el 1%.

Según LEES Y ROLLINS (1972)<sup>36</sup>; LAZZARI (1978)<sup>35</sup>; MUNECHIKA y col., (1984)<sup>42</sup>; URIBE ECHEVARRÍA (1990)<sup>70</sup>; AVERY (1994)<sup>4</sup>; CARVALHO R y col., (2000)<sup>12</sup>; SHIMADA y TAGAMI (2003)<sup>60</sup>: es un tejido micro cristalino, microporoso y anisótropo, acelular, avascular, aneuronal, de alta mineralización y de extrema dureza, que presenta como característica fundamental su única y particular forma de reaccionar ante cualquier cosa física, química y biológica, que es con perdida de sustancia, cuya magnitud esta en relación directa con la intensidad del agente causal.

El esmalte no posee poder de regenerarse, y es afectado por la desmineralización, que puede ser: acida (caries, erosión y acondicionamiento acido), por trauma oclusal (abfracción), también es afectado por sustancias o instrumentos abrasivos (abrasión) y por los traumatismos (fracturas). La forma de defensa que posee es la remineralización pero nunca la reconstrucción.



Cuadro 1: Gráfico estadístico de comparación del esmalte y dentina.

Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

## 1.2. Dentina

Es un tejido derivado del ectodermo, es producto de la secreción de los odontoblastos y sus procesos, entre sus funciones esta la de proteger la pulpa dentaria, amortiguador de fuerzas externas por ser una estructura elástica.

Esta compuesta por cristales de hidroxiapatita, en un 70% , su componente orgánico es del 18% formado por una red entrecruzada de fibras colagenas, glicosaminoglicanos, proteoglicanos y las prolongaciones de los odontoblastos, el restante 12% formado por agua.

Morfológicamente esta formado por: túbulos dentinarios, dentina peritubular y dentina intertubular.

### 1.2.1. Túbulos Dentinarios

Se extienden desde el limite amelodentinario hasta la pulpa, en su interior contiene odontoblastos y fluido dentinario, que va variar dependiendo la profundidad con que se examine.

### 1.2.2. Dentina Peritubular

Se encuentra rodeando los túbulos dentinarios, con abundante cantidad de cristales de hidroxiapatita y carencia de fibras colágenas.

Esta estructura va a sufrir variaciones con la edad, porque aumenta en espesor, disminuyendo el diámetro de los túbulos dentinarios.

Según AVERY (1994)<sup>5</sup>; COSTA (1997)<sup>15</sup> esta dentina es denominada *dentina esclerótica fisiológica*, para diferenciarla de *la dentina esclerótica reactiva o reaccional* que se produce en respuesta a estímulos externos de baja intensidad.

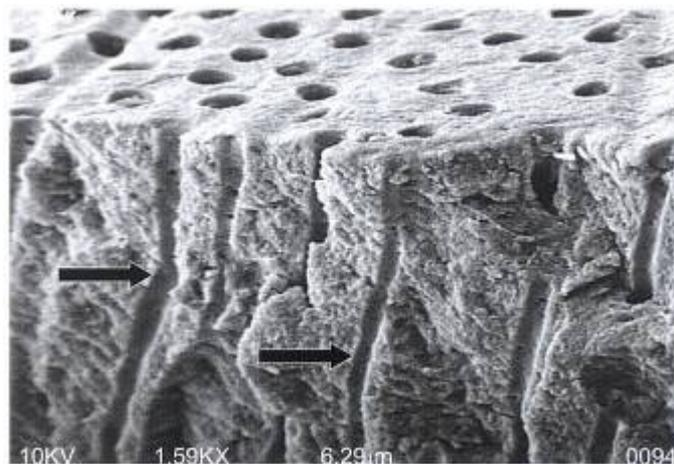


Fig. 2: Alrededor del túbulo la dentina peritubular

Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza

### 1.2.3. Dentina intertubular

Formada por fibras colágenas, glicosaminoglicanos, proteoglicanos, factores de crecimiento y proteínas dentinogénicas, que sostienen a los cristales de hidroxiapatita.

Según ALBERTS y col., (1994)<sup>2</sup>; AVERY (1994)<sup>5</sup> las proteínas participan activamente en los mecanismos de adhesión: el colágeno oponiéndose a las fuerzas de compresión desarrolladas y los glicosaminoglicanos y proteoglicanos oponiéndose a fuerzas de tensión-deformación.

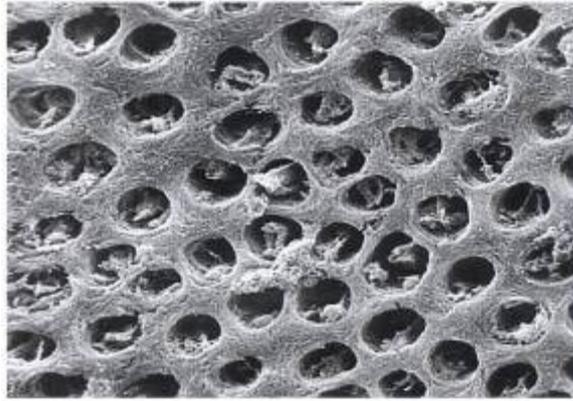


Fig. 3: Dentina intertubular, entre los túbulos

Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza.

#### **1.2.4. Tipos de dentina**

Las podemos diferenciar de acuerdo a su estructura, desarrollo, localización y las modificaciones que va a tener al paso de los años en respuesta a diferentes estímulos.

##### **1.2.4.1. Dentina superficial**

Según AVERY (1994)<sup>5</sup>, es dentina primaria que se forma antes y durante la erupción activa, caracterizándose por presentar los túbulos sin proceso odontoblástico, en una cantidad de 18.000 túbulos/mm<sup>2</sup>, con un diámetro de 0.9 micras, lo que hace de esta dentina el sustrato adhesivo más eficiente, ya que la dentina intertubular presenta la máxima cantidad de fibras colágenas y de hidroxiapatita, con mínima proporción de agua.

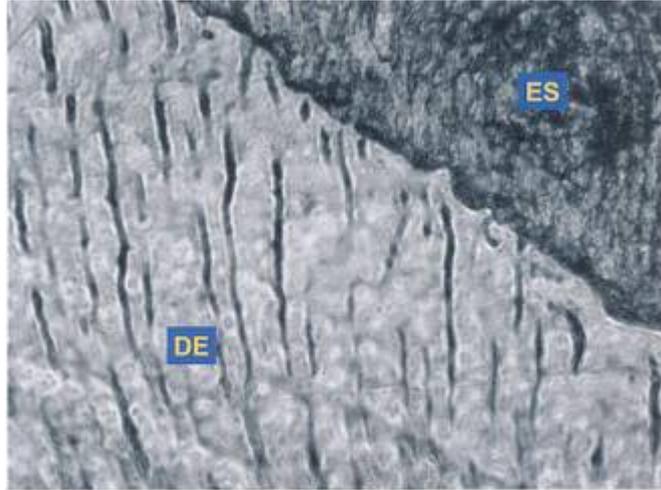


Fig. 4: Dentina (DE). Esmalte (ES). Nótese la poca cantidad de túbulos dentinarios y el aumento de dentina intertubular cerca al limite amelodentinario.

Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza

#### **1.2.4.2. Dentina media**

También es dentina primaria, con la característica de presentar mas túbulos dentinarios con o sin prolongaciones de los odontoblastos, con una cantidad de 25.000 túbulos/mm<sup>2</sup>, y un diámetro de 1.5 a 1.8 micras, por esto este es un sustrato adhesivo efectivo, la dentina intertubular tiene fibras colágenas, hidroxiapatita y agua, en una cantidad media que está entre la dentina superficial y la profunda.

#### **1.2.4.3. Dentina profunda**

Puede ser dentina primaria o secundaria, dependiendo la edad, junto con la predentina protegen a la pulpa, a este nivel dentro los túbulos dentinarios están las prolongaciones de los odontoblastos, con un diámetro de 3.2 a 4.6 micras y

una cantidad de 66.000 a 90.000 túbulos/mm<sup>2</sup>. Este es el sustrato más deficiente por del diámetro y cantidad de túbulos, disminuyendo la superficie de la dentina intertubular, aumentando la cantidad de agua y disminuyendo el colágeno y la hidroxiapatita.

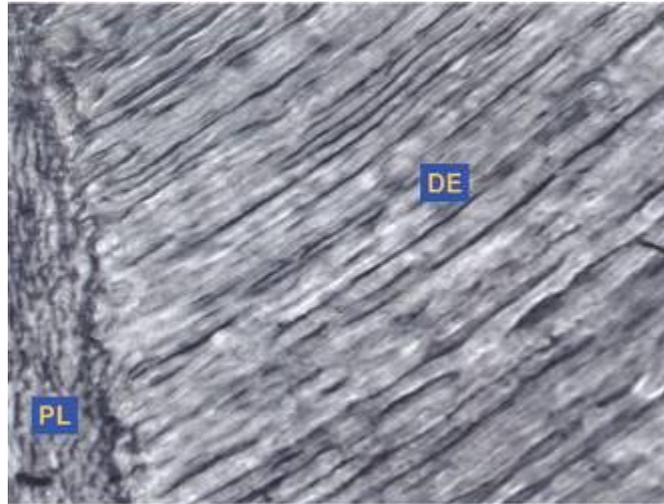


Fig. 5: Pulpa (PL). Dentina (DE). Se observa gran cantidad de túbulos dentinarios y menor área de dentina intertubular

Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza

#### **1.2.4.4. Dentina esclerótica**

Es dentina hipermineralizada, formada como respuesta a alguna agresión externa leve, como caries de avance lento, abrasiones, atriciones.

AVERY, (1994)<sup>5</sup> dice, cuando la dentina es expuesta, proteínas del plasma y metabolitos son transportados por el fluido dentinario hacia la zona de dentina intertubular hipermineralizada del túbulo dentinario, aumentando su espesor y reduciendo su luz a través de cristales de alto contenido cálcico. Esta dentina hipermineralizada es adecuada para la adhesión.



Fig. 6: Paciente de 55 años, con dentina esclerótica generado por un proceso lento de abrasión

Fuente: Libro Adhesión en Odontología Restauradora de Gilberto Henostroza

#### **1.2.4.5. Dentina terciaria reaccional**

Se forma en respuesta a agresiones externas moderadas, que no destruyen la barrera odontoblastica, como la caries de avance lento, abrasiones, etc., su formación es rápida y desordenada, deformando la cámara pulpar, este es un sustrato débil para la adhesión.

#### **1.2.4.6 Dentina terciaria reparativa**

Según AVERY (1994)<sup>5</sup>, se forma por severas agresiones patológicas externas, como caries, fracturas, abfracciones, o calor generado por el instrumento rotatorio, que determinan la destrucción de la barrera odontoblástica.

Las células mesenquimáticas indiferenciadas son las encargadas de reemplazar a los odontoblastos perdidos, que no presentan fenómenos de mitosis celular, por células odontoblastoides que cicatrizan la herida a través de un puente dentinario que deforma la cámara pulpar. La neodentina formada es de

estructura irregular y con mínima cantidad de túbulos. Esta dentina desorganizada y anárquica es un sustrato adhesivo inseguro.

#### **1.2.4.7. Dentina del diente tratado endodónticamente**

Por la disminución de la humedad del tejido, las fibras colágenas tienen distintos grados de desnaturalización y microfisuras, formando un sustrato imperfecto para la adhesión. La adhesión resinosa sería posible si se utiliza una alta concentración de ácido, y expongan los túbulos dentinarios, para formar tags de resina, previa hidratación del tejido con soluciones acuosas.

#### **1.2.4.8. Dentina cariada**

Se divide en dos estratos bien definidos:

##### **1.2.4.8.1. Dentina cariada externa**

Contiene 100.000.000 bacterias/gramo de dentina, tejido infectado, altamente desmineralizado, producto de ácidos débiles y tiempo prolongado, causando desnaturalización y fisuras irreversibles de los componentes orgánicos, que necesariamente debe ser eliminado.

##### **1.2.4.8.2. Dentina cariada interna o desmineralizada**

Según FUSAYAMA (1980)<sup>25</sup>; SILVERSTON y col. (1981)<sup>63</sup>; CONSOLARO (1996)<sup>14</sup>, es dentina desmineralizada, con menor proporción de microorganismos viables ya que contiene 100.000 bacterias/gramo de dentina con predominio de microorganismos acidógenos, con componentes orgánicos normales o reversiblemente desnaturalizados que puede ser recuperada luego de una evaluación clínica criteriosa.

URIBE-ECHEVARRIA (1997)<sup>71</sup> sostiene que, en preparaciones con lesiones cariosas extensas donde los microorganismos han penetrado profundamente en la dentina (+180.2 micras) la aplicación de soluciones fluoradas de APF o Fluoruro Fosfato Acidulado al 1.23% o NPF Fluoruros Fosfatos Neutros al 1.1% o al 2% permitirían lograr la remineralización de las áreas de dentina desmineralizada actuando también como agente bactericida y bacteriostático.

#### **1.2.4.9. Dentina fracturada**

Causada por un traumatismo, esta dentina expuesta va a variar de acuerdo a la profundidad y la dirección de la fractura, formada por dentina sana, con túbulos dentinarios abiertos.

En fracturas donde la dentina está expuesta superficialmente, el tejido estaría preparado para la adhesión previo acondicionamiento ácido.

En fracturas con dentina expuesta media o profunda, el área más próxima a la pulpa, debería ser protegida con cemento ionómero de vidrio y aplicar el adhesivo encima y en el resto del sustrato dentario, previo acondicionamiento ácido.

#### **1.2.4.10. Dentina abrasionada**

Es causada por los componentes abrasivos de algunas pastas y dentífricos, más la técnica de cepillado vigorosa, caracterizado por su evolución lenta, con bordes de esmalte regulares. La dentina que va a estar expuesta es sana, no contiene smear layer. Su restauración se la hace con una resina compuesta y el acondicionamiento ácido y adhesivo convencional.

#### **1.2.4.11. Dentina abfraccionada**

Según DAVIDSON y ABDALLA (1994)<sup>20</sup>, es originada por esfuerzos masticatorios que ocasionan una deformación adamantina, por intenso stress oclusal, por bruxismo o maloclusión, por esclerosis del tejido, se generan “cracks” en el esmalte y microfracturas en la dentina. Esta lesión se presenta con hipersensibilidad, sin smear layer o barro dentinario y con túbulos dentinarios abiertos. Su restauración debería hacerse con una resina compuesta usando ionómero de vidrio en la dentina mas profunda, acondicionamiento acido de alta concentración y un adhesivo autocondicionador u obturar con un Ionómero de vidrio hibrido o fotopolimerizable.

#### **1.2.4.12. Dentina erosionada**

Es por el producto de ácidos orgánicos e inorgánicos, débiles o fuertes que empiezan en el esmalte y pasan a la dentina, normarte causados por: trastornos estomacales, jugos ácidos de frutas, gaseosas, etc., formando áreas de bordes irregulares. Los túbulos se encuentran abiertos por la desmineralización ocasionando mucha sensibilidad la técnica adhesiva es la misma que en el tratamiento de dentina fracturada y con abfracción.

### 1.2.5 Humedad de la dentina según su profundidad

DISTANCIA DE LA PULPA (mm)	NÚMERO DE TÚBULOS POR cm <sup>2</sup> (X 10 <sup>6</sup> )	PORCENTAJE DE ÁREA OCUPADA POR DENTINA INTERTUBULAR	PORCENTAJE DE ÁREA OCUPADA POR TÚBULOS LLENOS DE AGUA
pulpa	4.5	68.2	31.8
0.1 - 0.5	4.3	69.6	30.4
0.6 - 1.0	3.8	73.1	26.9
1.1 - 1.5	3.5	75.3	24.7
1.6 - 2.0	3.0	78.8	21.2
2.1 - 2.5	2.3	83.7	16.3
2.6 - 3.0	2.0	85.9	14.1
3.1 - 3.5	1.9	86.6	13.4

*Cuadro 2: Los datos proporcionados por esta tabla se obtuvieron del trabajo de EICK y col. 1997.*

Fuente: Libro Adhesión en Odontología Restauradora de Gilberto Henostroza

En esta tabla tenemos datos del diámetro de los túbulos dentinarios y su densidad en diferentes profundidades, además del área de la dentina intertubular y de los túbulos dentinarios, previo acondicionamiento ácido.

Podemos observar que cuanto más profundo sea la dentina, es decir, más cerca a la pulpa, los túbulos dentinarios son más abundantes en número y con mayor diámetro. A este nivel hay más contenido de agua y con menor área de dentina intertubular. Observamos también que a niveles más superficiales todo lo mencionado anteriormente cambia, los túbulos dentinarios reducen en número y diámetro mientras más cerca este al límite amelodentinario, su humectancia baja con relación al agua y el área de dentina intertubular aumenta.

## 2. GENERALIDADES DE LOS ADHESIVOS

### 2.1. Terminología

La forma más simple de definir adhesión deriva del latín *adhesivo*, que significa, unir o pegar una cosa a otra. DICC. ENC. SALVAT. (21).

Esta definición establece: Fenómeno por el cual dos superficies colocadas en contacto se mantiene unidas por fuerzas de unión establecidas entre sus moléculas. // Unión química o mecánica entre materiales mediante un adhesivo (14).

FRIEDENTHAL (1981)<sup>22</sup> en su Diccionario Odontológico dice: Fenómeno físico consistente en la unión de dos cosas entre si, quedando pegadas una contra otra. // Fuerza produce la unión de dos sustancias cuando se ponen en intimo contacto. La atracción aquí se realiza entre moléculas dispares; cuando se efectúa a través de moléculas de la misma clase, se denomina cohesión. // Adhesión mecánica, es cuando se produce cuando alguna de las partes penetra en las irregularidades que presenta la otra, quedando de tal manera trabadas. // Adhesión química es la que se produce cuando las partes en contacto por medio de la fuerza obtenida por la formación de uniones químicas entre las superficies que se adaptan entre si por un contacto intimo.

Según AMERICAN SOCIETY TESTING AND MATERIALS "ASTM" (1983)<sup>3</sup>, es el estado o fenómeno mediante el cual dos superficies de igual y distinta naturaleza se mantienen unidas por fuerzas interfaciales, sean estas físicas, químicas o por la interacción de ambas.

URIBE ECHEVARRIA y col. (1997)<sup>71</sup> dice: aun cuando la definición misma incluye dos mecanismos de adhesión, existe aun posiciones recalcitrantes en la Odontología actual que aceptan como principal o "verdadera" solo a la química, siendo ello totalmente arbitrario pues sabemos que la adhesión al esmalte es casi enteramente física o mejor dicho micromecánica, como también que prácticamente toda adhesión química implica asimismo algo de adhesión física.

Podemos decir entonces que la adhesión en la Odontología Restauradora es unir un sustrato sólido como el diente a los biomateriales restauradores, haciendo que la adhesión sea la interfaz diente-restauración.

El DICC. ENC. SALVAT UNIVERSAL, (1985)<sup>21</sup> define el término interfaz como la superficie de contacto entre dos fases no miscibles.

Siendo el diente y el biomaterial “materia” es necesario definirla, el DICC. ENC. SALVAT UNIVERSAL (1985)<sup>21</sup>; MAIZTEGUI y SABATO (1977)<sup>39</sup> dice: deriva del latín materia y es todo elemento o compuesto constitutivo de los cuerpos físicos que se caracterizan por tener tres propiedades: extensión (ocupar un lugar en el espacio), inercia (permanencia en reposo o mantención del movimiento) y gravitación (atracción hacia o por otros cuerpos, según la cantidad de masa que cada uno de ellos tenga.)

CHANG (1992)<sup>13</sup>; QUAGLIANO (1958)<sup>57</sup> dicen que la materia está formada por átomos (del latín atomus y este del griego átomo) cuya definición corresponde a la fracción más pequeña de un elemento que conserva las propiedades del mismo, imposible de dividir por medio de reacciones químicas.

Estos átomos son únicos y libres, tan diminutos que prácticamente no existen en la naturaleza, estos tienden a unirse entre sí formando moléculas como elementos o compuestos.

Ahora, definamos la palabra unión, que según el DICC. ENC. SALVAT UNIVERSAL (1985)<sup>21</sup> deriva del latín unió, que es la acción del efecto de unir o unirse; correspondencia y conformidad de una cosa con la otra en el sitio o composición; composición que resulta de la mezcla de algunas cosas que se incorporan entre sí.

También definimos unir, que deriva del latín uniré, que significa juntar dos o más cosas, haciendo de ellas un todo; mezclar o trabar cosas entre sí, incorporándolas. Definición del DICC. ENC. SALVAT UNIVERSAL (1985)<sup>21</sup>.

En cuanto a la definición de fuerza del DICC. ENC. SALVAT UNIVERSAL (1985)<sup>21</sup> dice que deriva del latín fortia, que físicamente significa toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo.

Por lo mencionado anteriormente podemos decir, q los átomos libres intentaran ser moléculas uniéndose entre ellos mismos formando elementos, o bien con otros átomos para formar compuestos.

## 2.2. Tipos de enlaces

El tipo de enlace que nos interesa es el químico, y se va a dividir en dos tipos, los atómicos o de valencia primaria y los moleculares o de valencia secundaria (fuerzas de Van Der Walls).

### 2.2.1. Atómicos o de valencia primaria

Estos enlaces se subdividen en tres tipos:

#### 2.2.1.1. Enlace iónico

Se forma por la unión entre dos átomos de igual o distinta naturaleza, transfiriendo uno de ellos sus electrones, que son recibidos por el otro átomo, formando un compuesto molecular.

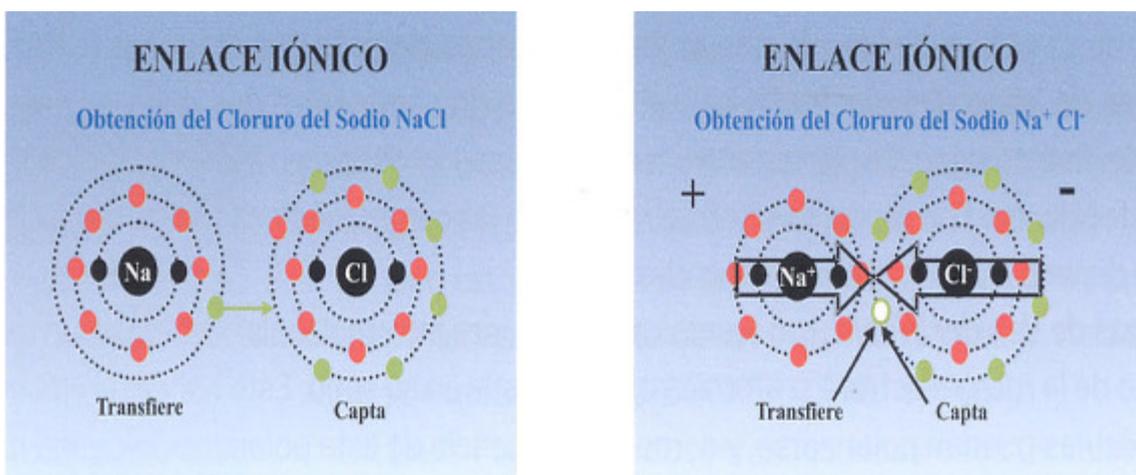


Fig. 7: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza.

### 2.2.1.2. Enlace covalente

Está formado por la unión de dos átomos iguales o de distinta naturaleza que comparten sus electrones. Los materiales polímero-orgánicos tienen este tipo de unión.

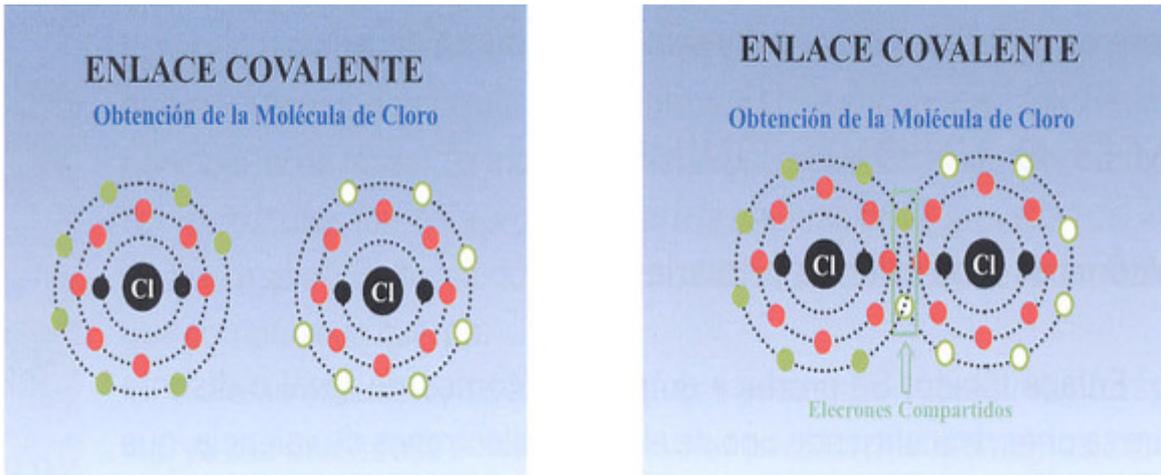


Fig. 8: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza.

### 2.2.1.3. Enlaces metálicos

En la tabla periódica los átomos de los elementos de la izquierda, tiene poca cantidad de electrones, estos alcanzan una estructura estable, perdiendo estos electrones externos y formando una nube de electrones libres, por lo que son buenos conductores del calor y la electricidad.

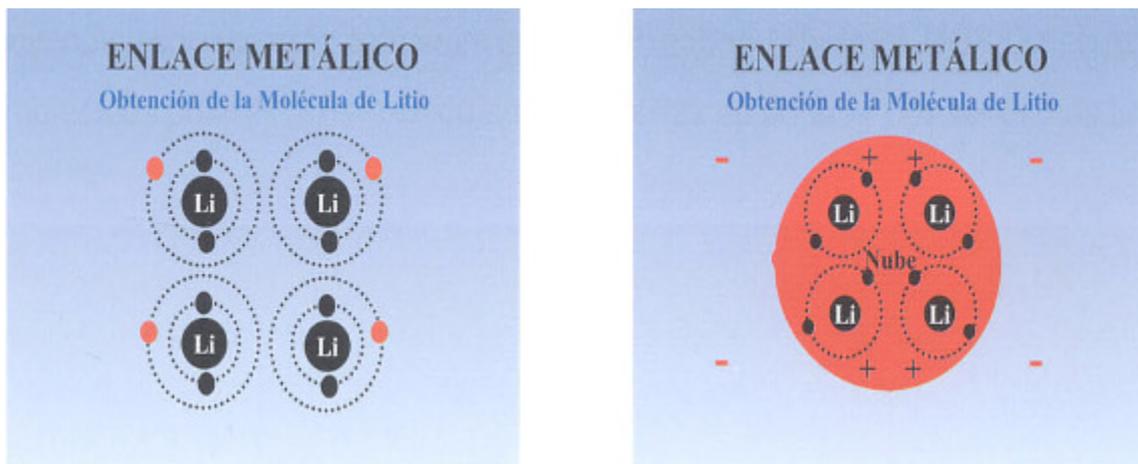


Fig. 9: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza.

### 2.2.2. Moleculares o de valencia secundaria (fuerzas de Van Der Waals)

Una molécula estable y conformada ya sea con electrones cedidos, captados o compartidos, no es eléctricamente estable, porque tiene diferente masa y densidad de los electrones que la conforman, haciendo que aparezca un segundo tipo de unión química, llamada molecular o de valencia secundaria.

MACCHI (1980)37; CRAIG (1998)19; WILLIAMS y CUNNINGHAM (1982)72; GUZMAN (1999)30 acotan que: las uniones de valencias secundaria, en general, se las conoce también como fuerzas de Van Der Waals, que precisamente por ser moléculas y no átomos, algunos inexactamente los denominan enlaces físicos y no químicos. Son mucho más débiles que los de valencia primaria siendo responsables de las fuerzas de cohesión intermolecular.

Los compuestos o elementos en estado solido, líquido o gaseoso son originados por este tipo de enlaces, que va a ser importante su participación en la adhesión de los biomateriales restauradores con el diente.

## 2.3. Formas de retención

Estas fuerzas son generalmente físicas que consiste en la traba mecánica entre las partes a unir y se puede clasificar en:

### 2.3.1. Macromecanica

Esta retención es aplicada para materiales restauradores no adherentes a los tejidos dentarios. Son diseños cavitarios que deben lograr una forma de retención o anclaje.

STEENBECKER (1998 – 1999)<sup>64-65</sup> dice: es importante resaltar que los diseños cavitarios para otorgar forma de retención o forma de anclaje solo difieren en la inclinación de sus paredes hacia el borde cavo marginal, retentivas las primeras y expulsivas las de anclaje.

Pueden clasificarse en: Retenciones por fricción o roce; Retenciones por profundidad; Retenciones por profundización; Retenciones por mortaja o cola de milano; Retenciones por compresión; Retenciones por extensión al o los conductos radiculares, estos a su vez se pueden clasificar en pines y rieleras.



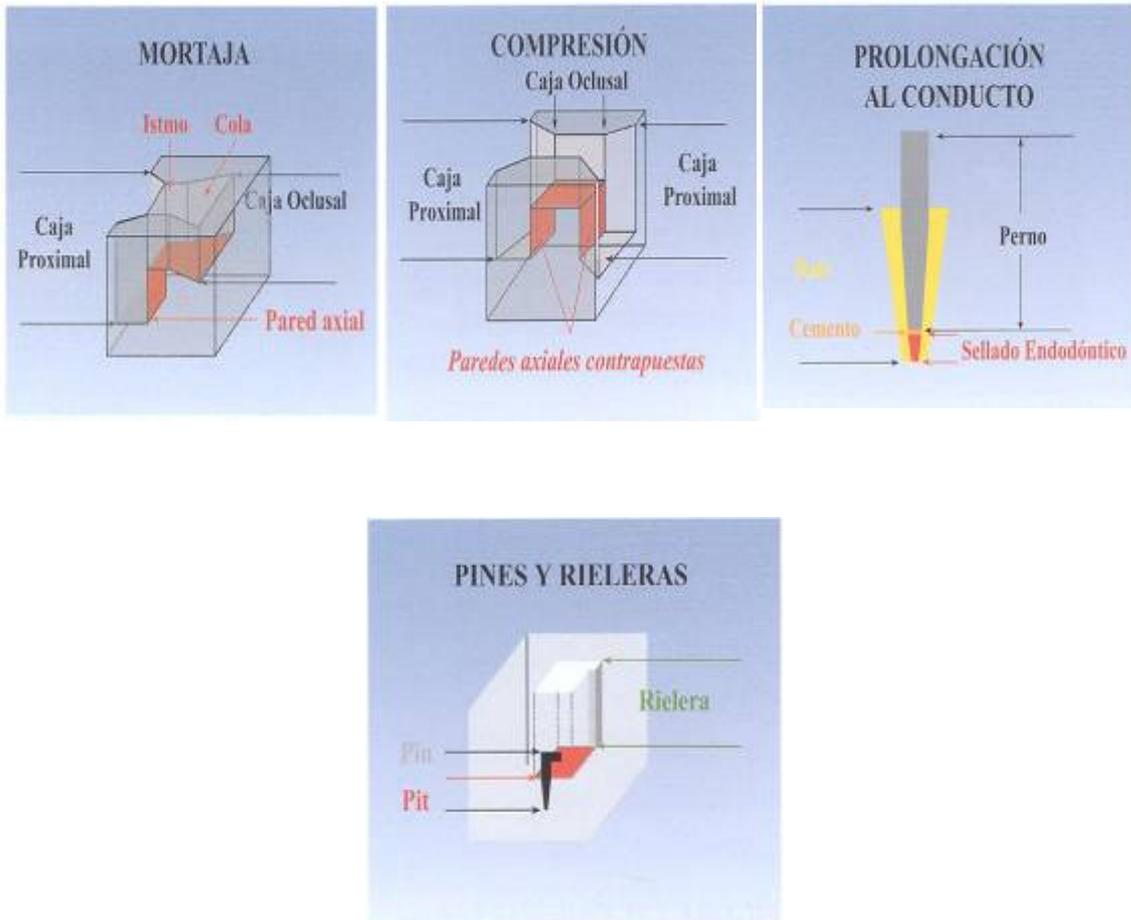


Fig.10 : Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

### 2.3.2. Micromecánica

Según STEENBECKER (1998 – 1999)64-65, es la adhesión física propiamente dicha. Se produce por dos mecanismos o efectos en los cuales están involucrados la superficie dentaria y los cambios dimensionales que al endurecer puedan tener los medios adherentes y/o el biomaterial restaurador. Que puede ser de dos tipos o efectos:

### 2.3.2.1. Efecto geométrico

Que según (URIBE ECHEVARRIA, 1997)<sup>71</sup> consiste en las irregularidades superficiales que puede tener dos superficies solidas en contacto. Al penetrar un adhesivo liquido o semilíquido y endurecer entre ellas, las trabara. Dichas irregularidades se producen ya sea por fresado o por acondicionamiento acido.

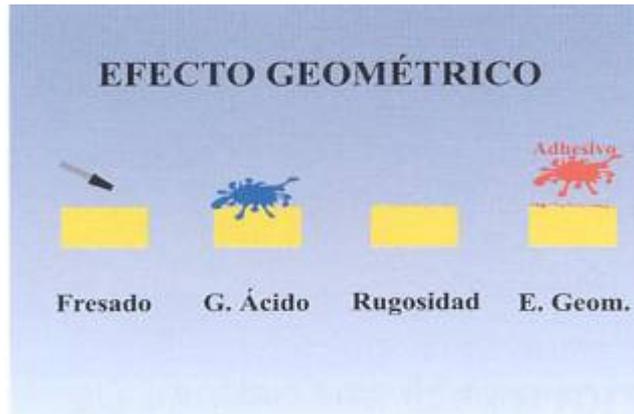


Fig. 11: Fuente: “Libro Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza

**2.3.2.2. Efecto reológico** Es cuando sobre una superficie solida endurece un material semisólido o semilíquido, modificándose dimensionalmente y posiblemente por la contracción o expansión termine ajustando y adhiriéndose físicamente al la superficie.

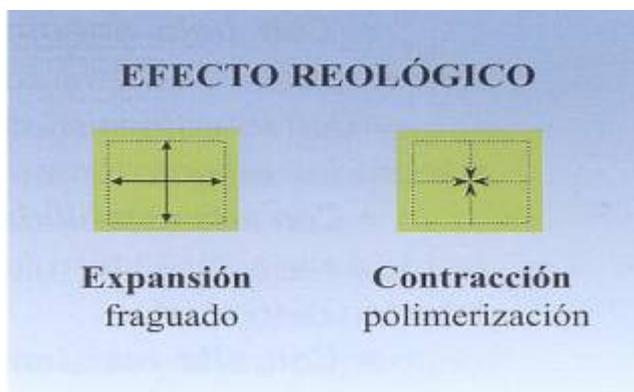


Fig. 12: Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

### 3. HISTORIA Y EVOLUCION DE LOS ADHESIVOS

#### 3.1. Historia de los adhesivos

La adhesión es la innovación mas importante de la odontología en toda su historia especialmente en la ultima mitad dl siglo XX.

En el desarrollo de de estos materiales se ha podido diferenciar varias rutas con el propósito de adhesión, de los que sobresale dos grandes grupos: Uno que busca obtener adhesividad al los tejidos dentales (esmalte, dentina) y el otro grupo busca adhesión a materiales artificiales (polímeros, metálicos, cerámicos) que son materiales utilizados en las restauraciones directas e indirectas.

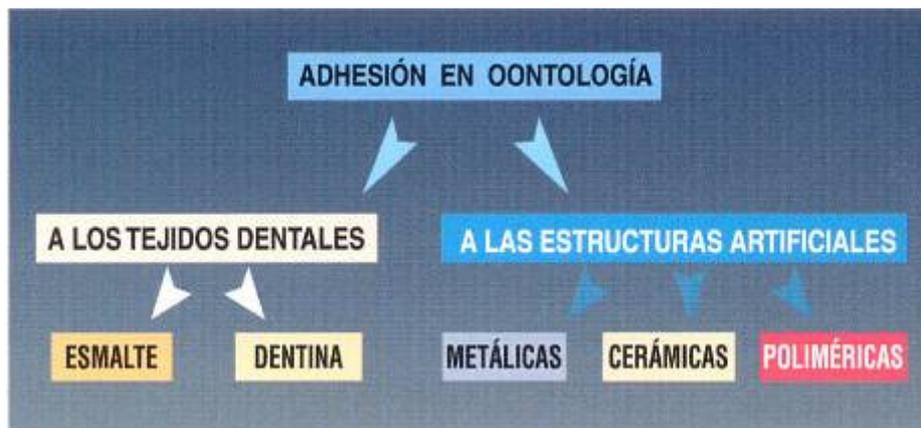


Fig. 13: Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

Retrocediendo en el tiempo, veremos que los primeros biomateriales que eran capaces de lograr adhesión eran de dos tipos: uno a base de polímeros (resinas compuestas) y el de los cerámicos (Ionómero de vidrio).



Fig. 14: Fuente: Libro Adhesión en Odontología Restauradora de Gilberto Henostroza

Polímeros: La primera tentativa según MCLEAN (2000)<sup>40</sup> dice que el químico Suizo OSCAR HAGGER (31), quien patentó en 1949, un producto basado en el dimetacrilato del ácido glicerofosfórico, que la compañía Amalgamated /De Tray comercializó con el nombre de Sevrton cavity seal, junto con una resina acrílica restauradora autopolimerizable el Sevrton.



Sevrton cavity seal

Fig. 15: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza.

Luego, surge el acondicionamiento ácido de BUONOCORE (1955)<sup>10</sup> que consistía en el tratamiento de la superficie del esmalte con ácido fosfórico al 85% para lograr una adhesividad adamantina, aplicándose por primera vez en Odontología. El tratamiento buscaba otorgarle un potencial adhesivo a la superficie del esmalte por un proceso desmineralizador que disolvía de 20 a 50  $\mu\text{m}$  de la superficie proporcionando al esmalte rugosidad.



Michael Buonocore

Fig. 16: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza

Surge la fórmula de BOWEN, que va a ser la base de los adhesivos poliméricos.

BOWEN R. (1962)<sup>7</sup> mencionado por Henostroza, G. (2009), patentó la resina Bis-GMA que consistía en el producto de la reacción entre un Bisfenol y el metacrilato de glicidilo, materiales poliméricos capaces de adherirse al esmalte.



Rafael Bowen

Fig. 17: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza

NEWMAN y SHARPE (1966)<sup>44</sup> modificaron la consistencia del material eliminando virtualmente su rellano cerámico para darle a la resina una baja viscosidad, la cual fue la primera en lograr adherirse al esmalte, formando así el primer adhesivo dental.

Durante casi medio siglo (1955-2003) se consolida el procedimiento de adhesión del esmalte por su efectividad y confiabilidad, sin ser necesaria su modificación del procedimiento original, con pequeñas excepciones: Se reduce la concentración de ácido fosfórico del 85% que era originalmente al 30 – 40 %, también reduce el tiempo de aplicación que originalmente era de 30 segundos a solo 15 segundos y su presentación en estado de gel.

También se observa que en todo este periodo la búsqueda de la adhesión a la dentina que se ve obstaculizada porque a diferencia del esmalte la dentina no posee características homogéneas que beneficien su adhesividad.

Entre estas dificultades podemos encontrar están: las variaciones topográficas, la composición química con contenido orgánico y agua, el fluido dentario. Dificultades que los fabricantes han tratado de superar, desarrollando

productos que permitan a los adhesivos operar en lugares húmedos, ósea tendrían que ser “hidrofilicos” e interactuar con los componentes orgánicos. Otra dificultad es la presencia de una capa superficial que se forma después de la remoción de caries con instrumentos rotatorios llamada “smear layer” o “barro dentinario” que esta formada de detritus y dentina desorganizada.

Se atribuye a BOYDE y col. (1963)<sup>8</sup> el denominativo de smear layer. David Eick y col., fueron los primeros en identificar químicamente esta capa y describirla topográficamente. BRANNSTROM (1984)<sup>9</sup> subdivide esta capa en 2: una externa (smear on) que es amorfa en la superficie y una interna (smear in o smear plug) que contiene partículas más diminutas dentro los túbulos.

Algunos autores atribuían una virtud del smear layer que consistía en disminuir la permeabilidad dentaria y proteger el complejo dentino pulpar. PASHLEY en 1980 mantuvo una posición muy cerrada en removerla rutinariamente, puesto que TAKAO FUSAYAMA (1980)<sup>25</sup> sugiere el acondicionamiento acido en dentina y de esta forma un grabado total de las superficies, enfatizando que no perjudicaría más bien beneficiaria a la adhesividad. Removiendo el barro dentinario y permitiendo el ingreso del adhesivo a los túbulos dentinarios que después de su polimerización quedaría trabado mecánicamente “capa hibrida”.



Takao Fusayama

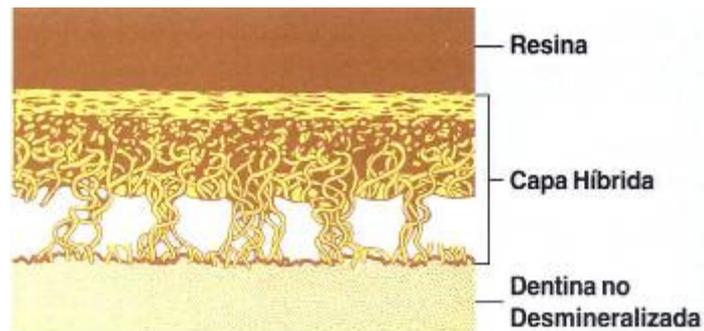
Fig. 18: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza.

KRAMER y MCLEAN (1952)<sup>34</sup> fueron los primero en observar la capa híbrida, que era una zona intermedia entre la dentina y la restauración. NOBUO NAKABAYASHI (1982)<sup>43</sup> fue el primero en describirla, acondicionando la superficie de la dentina con una solución denominada 10-3 (10% de ácido cítrico y 3% cloruro férrico) y sobre ella aplicar un adhesivo compuesto por 4 META/ MMA-TBB-O, observando una capa entre 3-6  $\mu\text{m}$  a la que llamo capa híbrida, que estaba formada por colágeno y de resina por la filtración del adhesivo en la zona desmineralizada por el ácido fosfórico.

Ahora hablemos un poco de autograbado o autoacondicionado, Sano en 1994 observo la presencia de espacios vacíos de tamaño nanométrico en la base de la capa híbrida que podía ser producto de la falla de la resina al no poder filtrar todo el espesor de la capa desmineralizada, llamándola nanofiltración para diferenciarla de la filtración típica.

Para corregir este desperfecto se hizo la propuesta de no realizar el acondicionamiento con ácido fosfórico como paso previo para el adhesivo, sino

conjuntamente con el primer, lo que en la actualidad se conoce como primers autoacondicionantes o autograbables, el propósito de dicho procedimiento, es de reducir la profundidad de capa desmineralizada de la dentina y su humectación completa.



(Nanofiltración) Modificado por Sano

Fig. 19: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza.

Otro de los materiales que puede adherirse al sustrato que es el diente, es el ionómero de vidrio que es un material cerámico, surge por primera vez en 1967, producto de la investigación del británico Dennis Smith (61), aunque poco difundido, señalaba que este material era capaz de unirse químicamente a la estructura dental, formando por un cemento de policarboxilato de zinc, el cual está constituido principalmente por óxido de zinc en el polvo y ácido poliacrílico en el líquido, incorporando así el ácido poliacrílico.



Dennis Smith

Fig. 20: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza.

WILSON (1972)73 desarrollo el Ionómero de vidrio a través de los policarboxilatos una versión mejorada del silicato, el cual estaba compuesto por polvo (vidrio de alúmina y sílice) y lo asociaron al ácido poliacrílico, constituyente del líquido de los carboxilos, el cual le da la propiedad de adherirse a la estructura dental, mediante el proceso químico de interacción de sus grupos carboxilos con el calcio del tejido dentario, sin tener la necesidad de incorporar un adhesivo.



Alan Wilson

Fig. 21: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza.

### 3.2. Evolución de los adhesivos

En el pasado la práctica odontológica realizaba una remoción de dentina sana para crear áreas retentivas mediante la profundización de cavidades para mantener las restauraciones en la cavidad.

Hoy en día los materiales adhesivos brindan un mecanismo de acción de verdadera adhesión a estructuras dentales modificando significativamente las preparaciones cavitarias haciendo a estas más conservadoras.

URIBE ECHAVARRIA (1997)<sup>71</sup>, dice que el mecanismo básico de unión al esmalte y a la dentina es esencialmente el mismo y corresponde al proceso de sustitución de la hidroxiapatita que ha sido disuelta mediante ácidos, los adhesivos que subsecuentemente se polimerizan y quedan micromecánicamente imbricados en las porosidades creadas. Hoy en día los adhesivos son materiales indispensables para casi todos los procedimientos restauradores, como por ejemplo:

- Restauraciones de resinas compuestas
- Cementación adhesiva de incrustaciones inlay, onlay, overlay, coronas o prótesis fija tanto cerámicas, resinas compuestas o materiales metálicos
- Cementaciones de poste radiculares y fibra de vidrio, fibra de carbono incluso los metálicos
- Los materiales adhesivos sirve también para impermeabilizar superficies dentinarias sensibles tanto por erosión y/o abrasión del esmalte

Debemos conocer la resistencia adhesiva que debe soportar el adhesivo, la primera fuerza es la de contracción de polimerización de la resina compuesta que genera una tensión de 13 Mpa, la segunda fuerza es la masticatoria que es muy difícil de calcular pues varía en función de la región de la boca, fuerza muscular, área de contacto y otras variables.

GARONE FILHO (1996)<sup>27</sup>, dice que debido a la contracción la resina tiende a separarse de las paredes cavitarias produciendo como primera consecuencia la aparición y sensibilidad post-operatoria ya que los túbulos dentinarios quedarán

en contacto con el medio bucal permitiendo un libre movimiento de los fluidos con la consecuencia de sensación de dolor.

El proceso de adhesión parece simple pero resulta muy complejo e incluye numerosos pasos que por un descuido en ellos puede resultar en fracaso.

### **3.2.1. Evolución de las técnicas adhesivas**

Según GARONE (1975)<sup>26</sup>, los adhesivos se comportan muy bien en lo referente a la unión con el esmalte ya que este después de volverse poroso por la aplicación previa del ácido se lava y seca totalmente lo cual hace viable la adecuada penetración del adhesivo hidrófugo.

Es así que es posible lograr una perfecta adhesión de la resina compuesta con la cavidad circundada por esmalte, el problema está en cavidades de clase II o V con margen gingival en cemento o dentina.

GARONE NETTO (2003)<sup>29</sup> señala que: hasta la década de los 70 no se retiraba el barro dentinario (Smear Layer), ya que los sistemas adhesivo de entonces eran incompatibles con el sustrato dentinario húmedo y por lo tanto la adhesión se daba entre el adhesivo y el barro dentinario. Se trataba de una unión muy frágil que terminaba rompiéndose en el momento de contracción de polimerización de la resina compuesta.

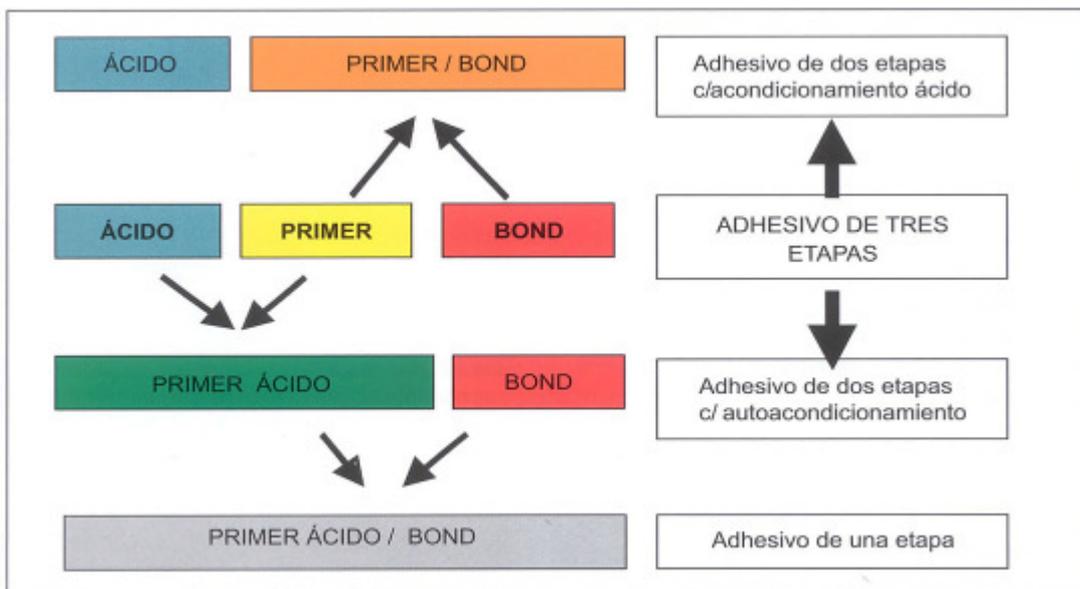
Desde el principio se consiguió una unión exitosa el esmalte, que luego se quiso extender a la dentina, sin lograr el éxito deseado, debido a que por la eliminación del barro dentinario y el aumento de volumen de los túbulos dentinarios, la superficie de la dentina proporcionaba humedad, incompatible con las características hidrófugas de los adhesivos utilizados.

Es así que urge una brillante idea, que consistía en dividir el adhesivo en dos componentes: uno llamado “primer” (más fluido e hidrófilo) que servía para penetrar las superficies irregulares húmedas de la dentina desmineralizada. El otro componente llamado “bond” que es el adhesivo en si, que es una resina

fluida hidrófuga, que sirve para recubrir al primero y unirlo con la resina compuesta.

Los “primers” son monómeros que pueden estar disueltos en solventes como: agua, alcohol o acetona. Estas moléculas contienen dos terminaciones: una hidrofílica con radicales -OH y -COOH, que por tener afinidad con el agua facilita la penetración en dentina húmeda, la otra terminación es hidrófuga con terminaciones del tipo -HC=CH<sub>2</sub>, cuyo doble enlace al romperse se une con otro doble enlace igualmente roto que se encuentra en el componente del adhesivo.

Las fábricas buscan la simplificación disminuyendo las etapas. Una de estas simplificaciones consistió en unir en un solo frasco el primer y el bond denominado adhesivos de frasco único, ya que hasta entonces primero se hacía el acondicionamiento ácido del esmalte y dentina.



Cuadro 3: Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

Por la disolución de hidroxiapatita queda una capa formada de fibras colagenas separadas por el agua usada para retirar el ácido, por todo esto se debe atender a lo siguiente:

- Las fibrillas quedan próximas entre sí y obstaculizan la penetración del adhesivo si el agua que las separa fuese retirada por el secado de esta zona.
- Se producirá un proceso de hidrólisis aún manteniendo la humedad ya que el adhesivo ingresará cerca de 3 um y dejará alrededor de 2 um de fibras colagenas sin proteger.
- La disolución ácida amplía la entrada de los túbulos dentinarios de la dentina peritubular ya que esta mas mineralizada si por una falla en la técnica el adhesivo no puede penetrar en los túbulos abiertos habrá un cuadro de sensibilidad post-operatoria.

El mejor método de evitar todos estos problemas fue obtener un primer capaz de promover el acondicionamiento ácido. El los 90 surge los adhesivos autoacondicionadores donde el primer es una molécula ácida y polimerizable así ácido y adhesivo penetran juntos, luego tras la simplificación aparecen los adhesivos de etapa única que se aplican de una vez primer autoacondicionante y bond.

Su ventaja consiste en no necesitar del acondicionamiento con ácido fosfórico, así se elimina el lavado, cambio de rollos y secado y así mantiene la dentina húmeda.

### **3.3. Adhesión al esmalte**

Ya vimos que la adhesión al esmalte, es un procedimiento clásico, y el resultado, cerca de 25 Mpa, bastante uniforme. Sin embargo, debemos tener presente algunos puntos:

- El esmalte desgastado siempre es fácil de acondicionar (GARONE NETTO Y GARONE FILHO, 1975)<sup>26</sup>.

- La superficie interna del esmalte también se acondiciona fácilmente.(GARONE FILHO y GARONE NETTO, 1975)26.
- El esmalte fracturado generalmente tiene un lado acondicionable y el otro no, en función de las diferencias en la distribución de los cristales en el prisma. (GARONE NETTO y GARONE FILHO, 1975)26.
- En dientes deciduos el acondicionamiento ácido puede causar algunas sorpresas por q la superficie del esmalte es aprismático.

Por lo mencionado anteriormente, ROULET (1986)58, indica el biselado de las preparaciones cavitarias en todo su contorno inclusive en las clases I y II.

Las metas del acondicionamiento ácido en el esmalte son: limpiar su superficie, crear microretenciones y aumentar en la superficie la energía libre.

En la actualidad los ácidos vienen en forma de gel y de un color contrastante, ayudando a localizarla en determinadas regiones del diente. En cuanto a su concentración ideal se sugiere de 30 a 37%, en el esmalte nunca concentraciones menores al 27% y su aplicación de 15 segundos como mínimo.

En la década de los 70 los adhesivos utilizados no eran más que resinas fluidas que hoy es considerado un componente de los adhesivos de 3 etapas que llamamos "bond". Una gran interrogante que se hace es: si se debe utilizar el primer en esmalte, ya que esta fue diseñada para ser utilizada en la dentina. La diferencia entre ambos componentes es que el primer es un material hidrófilo, ósea que es compatible con el agua, lo que significa que después del lavado del acondicionamiento ácido, el sustrato quedara húmedo, beneficiaria a su penetración y quedar en contacto con el esmalte, en el caso del bond por ser hidrófugo necesita de una superficie totalmente seca para alcanzar al esmalte.

La adhesión al esmalte seco es muy semejante cuando se emplea únicamente el bond o si adicionalmente, como paso previo se hubiese aplicado el primer. En el caso que el esmalte estuviese húmedo, es importante el uso previo del primer, porque establece el valor máximo de la adhesión (Hanson, 1995). Sin embargo se ha demostrado la utilización de primer y bond juntos en un mismo frasco con un esmalte húmedo o seco, los resultados son de igual forma satisfactorios.

Por lo tanto, si el proceso de adhesión es en la superficie del esmalte, este debe quedar totalmente seco y se podría utilizar solo el bond. En caso que la superficie este compuesta por esmalte y dentina, dado que esta última es imprescindible el uso de primer, se debe ampliar la aplicación hasta esmalte.

Algunos investigadores, entran en una polémica referida a los adhesivos autoacondicionantes en el esmalte, mientras unos consideran efectivo en dentina, otros dicen que es insatisfactorio en esmalte. También decían que era una técnica simplificada en su aplicación y que se debería trabajar mas en su aplicación sea efectiva también en el esmalte.

Es así que en el 2002 aparecieron los adhesivos autoacondicionantes con un ph mas bajo que permitía grabar el esmalte, con una eficiencia semejante al que se conseguía con el grabado con acido fosfórico. Productos como: Xeno III (Dentsply), Simplicity (Apex Dental Material) y Tryan SPE primer autoacondicionador (Visco) (Strukowska, 2003).

### **3.4. Adhesión a dentina**

Empecemos nombrando las características de la dentina, que en su estructura va estar formado por un enmarañado de fibras colagenas, que rodean la hidroxiapatita y atravesada por túbulos dentinarios que van de la pulpa al esmalte, estos atravesados a la vez por ramificaciones colaterales (canalículos dentinarios).

Las paredes de los túbulos están formadas por dentina bien mineralizada y casi sin fibras colagenas (dentina peritubular), el resto de la dentina es menos mineralizada y rica en fibras colagenas (dentina intertubular).

### **3.5. Acondicionamiento acido**

FUSAYAMA (1980)<sup>25</sup>, fue el que propuso el grabado acido en dentina, pero tuvieron que pasar 10 años para que se empleara su técnica.

La finalidad del grabado ácido es de remover totalmente el barro dentinario y disolver parcialmente la hidroxiapatita. En la dentina intertubular se exponen las fibras colágenas, los túbulos dentinarios quedan abiertos por que sus paredes que tiene hidroxiapatita, son disueltas.

PASHLEY (1992)<sup>48</sup> indica que el tiempo de acondicionamiento ácido varía en función del ácido empleado. Para los geles de ácido fosfórico entre 30 y 37 % se utiliza 15 segundos, y así se consiguen porosidades de 0.005 a 1.0 micrómetros de diámetro en la dentina intertubular y de uno a 3 micrómetros en la dentina peritubular. Estas porosidades son más pequeñas de las que se crean en el esmalte, que son de 5 a 7 micrómetros.

NAKABAYASHI (1982)<sup>43</sup> dice que generalmente la profundidad de desmineralización de la dentina intertubular es del orden de 4 a 5 micrómetros, y la penetración del adhesivo de 3 micrómetros. Como consecuencia de ello, subyacente a la capa híbrida, queda una capa de colágeno sin haber sido impregnada por esos monómeros, ósea, desprotegida.

### **3.6. Capa híbrida**

NAKABAYASHI (1991)<sup>43</sup> sostiene que los adhesivos actuales hidrófilos tienen la capacidad de interpenetrar el enmarañado de fibras colágenas resultante de la desmineralización de la dentina, formando una capa híbrida de colágeno, hidroxiapatita y resina (de ahí el término híbrida = mezcla); es decir formada por la difusión de la resina en la dentina previamente acondicionada con ácido. Es por este mecanismo de micro-imbricamiento mecánico que la resina adquiere retención.

Los adhesivos autoacondicionantes, son muy efectivos para penetrar la dentina y lo hace libre de defectos, ósea dentina desmineralizada no humectada con adhesivo. La capa híbrida obtenida tiene un espesor más delgado, cerca de un micrómetro, que es suficiente para el imbricamiento del adhesivo y las fibras colágenas.

HANNING (2001) en un estudio comparativo entre 3 adhesivos autoacondicionadores se encontró que, pese a existir una gran diferencia entre los espesores de las capas híbridas, la adhesión fue muy semejante entre ellos.

### 3.7. Fallas adhesivas de la dentina

Existen fallas que pueden ocurrir en la adhesión como:

#### 3.7.1. Falla cohesiva

GARONE FILHO (2002)<sup>28</sup> cohesión, consiste en el grado de intensidad que alcanza la unión de los adhesivos a la dentina. En realidad el conjunto (adhesivo, capa híbrida fibras colagenas recubiertas y dentina) funciona como si se tratase de una cadena formada por eslabones de resistencias diferentes, que de someterse a fuerzas traccionales, en el momento de alcanzar la resistencia del eslabón mas débil, este se rompería. Por consiguiente, si en condiciones ideales logramos los 30 Mpa, este valor correspondería a la resistencia traccional de las fibras colagenas, el integrante más débil de la dentina desmineralizada.

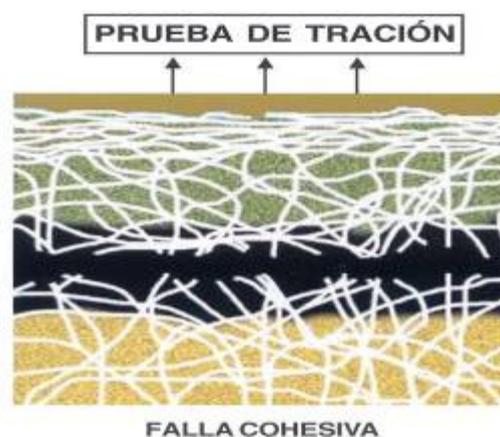


Fig. 22: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza.

### 3.7.2. Falla adhesiva

GARONE FILHO (2002)<sup>28</sup> propone que, otra posibilidad de que se presente una falla de unión a la dentina, sin que se produzca fractura de las fibras colagenas, es cuando se rompe el adhesivo mismo en la interfaz adhesivo / dentina, debido a que en ella la resistencia del adhesivo se encuentra disminuida, en función de su afinamiento producido al penetrar en la dentina, pudiendo en algunos casos llegar a ser inferior a la resistencia de fibras colagenas. En esta circunstancia, se produciría una falla adhesiva. La situación clínica que más propicia este tipo de falla es la excesiva remoción de agua en la dentina acondicionada, unida al uso de un adhesivo que contiene acetona.

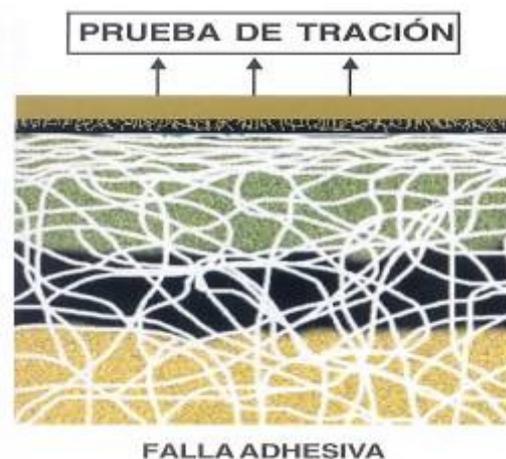


Fig. 23: Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

### 3.7.3. Fallas marginales

Que luego van a formar la recidiva de caries, son las responsables del recambio de la restauración.

HEDAYAT y col (2001) acotan que, un análisis más superficial de los procedimientos adhesivos nos llevaría a imaginar que una unión adhesiva satisfactoria sería garantía de un buen cierre marginal, pero esa es una conclusión errónea. Lo más frecuente es que no se encuentre una correlación entre unión adhesiva y filtración marginal.

#### **3.7.4. Con en el solvente con el primer o el primer/bond**

Es un componente importante en el adhesivo y funciona disolviendo los monómeros hidrófilos del primer facilitando su penetración en las porosidades húmedas de la dentina desmineralizada. Por lo tanto los solventes deben ser hidrófilos, se utilizan: la acetona, alcohol etílico y agua.

Cada solvente se comporta de manera diferente en sus fases de aplicación. El solvente puede evaporarse aun antes de aplicarse y puede pasar en el frasco, cada vez que se lo habrá o también si se lo dispensa muy activamente. Esto ocurre en los adhesivos que contiene acetona debido a la gran volatilidad de sus componentes, se debe mantener al frasco bien cerrado y ser aplicado inmediatamente, en el caso del alcohol, hay q tomar las mismas previsiones aunque no tan criticas.

Según PASHLEY (2001)<sup>50</sup> cuando la dentina acondicionada y húmeda entra en contacto con el adhesivo, puede contraerse en un rango entre 25 a 30%, en función del tipo de solvente utilizado. Las contracciones de mayor magnitud se producen en el caso de la acetona, mientras que los mejores resultados se producen con metanol y etilen glicol. Por otro lado, si la dentina estuviese seca podrán obtener mejores resultados, ahora de expansión, con el metanol o el etilen glicol como solventes. Por lo tanto los solventes a base de alcohol son menos susceptibles a las variaciones de humedad de la dentina.

Los adhesivos que contienen agua como solvente, al mismo tiempo de promover la hidratación, actúa como vehículo de los monómeros, llevándolos a las porosidades resultantes de la desmineralización. Eso si, su evaporación es mas difícil de eliminar. Por otro lado en los adhesivos autoacondicionadores, el agua facilita la ionización, mejorando la capacidad autoacondicionantes de los monómeros ácidos.

En el mercado existe un solo adhesivo que no contiene solventes, es el One Coat Bond, utiliza la propia agua de la dentina húmeda.

PROBLEMAS CON EL SOLVENTE	ACETONA	ALCOHOL	AGUA
Evaporación antes de la aplicación	XX	X	
Ocasiona contracción en la dentina desmineralizada	XX		
Difícil de penetrar en la dentina seca	XX		
Difícil eliminar el exceso por evaporación			XX
TOTAL	6X	1X	2X

Cuadro 4: Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

### 3.7.5. Con el Número de capas del adhesivo

Se debe tomar en cuenta dos factores: primero el espesor de la capa no polimerizada por la inhibición del oxígeno, cuando esta es gruesa los fabricantes indican el uso de capas múltiples. En segundo lugar: los adhesivos sin relleno también requieren un mayor número de capas.

La técnica recomendada por el fabricante era de realizar la aplicación sin frotar que proporciona 8 Mpa.

Una capa frotando el adhesivo proporciona 16,4 Mpa.

Dos capas, la primera frotando y la segunda sin frotar proporciona 27,8 Mpa.

### 3.7.6. Con el secado para eliminar el solvente del adhesivo

Después de facilitar la penetración del primer en la dentina húmeda, se debe eliminar por completo el solvente por chorros de aire, manteniendo una distancia de 3 centímetros de la jeringa triple a la cavidad. Si el solvente es de fácil evaporación no es necesario un chorro fuerte, cuando el solvente es agua se recomienda no aproximar demasiado el pico de la jeringa y tratar de aumentar la presión del aire.

En caso de que el solvente no haya sido evaporado, se observara el desplazamiento del adhesivo por efecto del chorro de aire.

### **3.7.7. Con la fotoactivacion del adhesivo**

Cuando se realiza una restauración directa es muy importante que se polimerice al adhesivo antes que la resina compuesta. Hoy en día los fabricantes buscan simplificar los procedimientos pretendiendo demostrar que su producto es el de más fácil uso. En caso de que el primer este separado del bond, este no requiere la fotoactivacion y luego de evaporarse su solvente se aplica el bond que ya puede ser fotopolimerizado.

### **3.7.8. Según otros autores**

PASHLEY (1996)<sup>49</sup> dice: Otros factores que influyen: en la mayoría de los adhesivos, la adhesión que se obtiene en dentina cariada es considerablemente inferior.

SIGSWORTH (2001)<sup>62</sup> dice: La adhesión de un adhesivo autoacondicionador sobre la superficie dentinaria contaminada, por sangre, saliva o aceite de motor se reduce a la mitad.

ADAMIAN y col (2001)<sup>1</sup> señalan: El uso de eugenol en obturaciones endodonticas no interfieren en la retención de espigos radiculares prefabricados, cementados adhesivamente.

### **3.8. Adhesivos con flúor**

Fabricados, considerando que si la restauración tenia filtración, el flúor se encargaría de impedir la recidiva de caries. Hoy en día, teóricamente no debería existir la filtración por la eficacia de los adhesivos pero en la realidad y principalmente en restauraciones clase II, se ve filtraciones en el margen gingival de la caja proximal. Esta filtración puede estar ocasionada por el desprendimiento

de la resina compuesta con la capa híbrida o peor aun debido a la falla de la formación de capa híbrida, que es aquí donde teóricamente serviría el flúor.

MJOR (1997)<sup>41</sup>, constato en un estudio que el porcentaje de recidiva de caries era el mismo al comparar restauraciones con base de ionómero de vidrio, con cavidades sin ionomero.de base, es decir, que el flúor no cumplió la función protectora que se esperaba. Siendo el ionómero un material que libera flúor por disolución.

En conclusión no se podría esperar nada positivo o negativo, sin embargo muchas fábricas implementan flúor a sus adhesivos para llegar al profesional con la idea que son materiales más confiables.



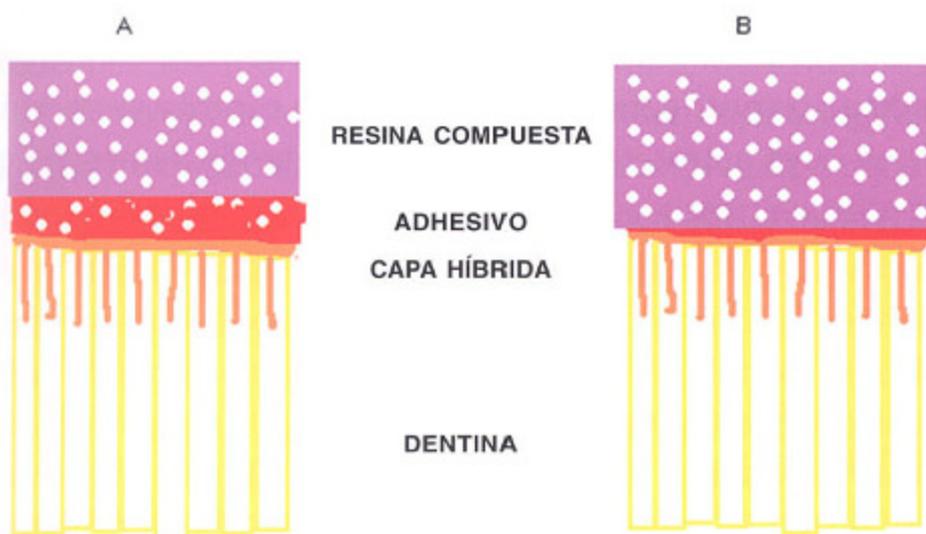
Fig. 24: Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

### 3.9. Adhesivos con relleno

El incremento en la cantidad de relleno en un adhesivo ocasiona un aumento en su viscosidad que perjudicaría su escurrimiento, dificultando la formación de capa híbrida y como resultado falla en la adhesión y en el sellado marginal.

Los primeros adhesivos en incorporar relleno lo hicieron de las mismas resinas compuestas, dándole un mayor espesor de película mejorando sus propiedades mecánicas y así disminuyendo la contracción de polimerización, también aliviaría las tensiones de contracción de polimerización de la resina compuesta.

El relleno en los adhesivos contribuyen a la formación de una capa elástica entre el diente y la resina compuesta, esta es capaz de distenderse cuando la resina compuesta se contrae. Fenómeno que no ocurre con el adhesivo normal por ser una capa fina.



A.- Capa gruesa del adhesivo con relleno que funciona como capa elástica.

B.- Capa delgada con adhesivo sin o con nanorelleno, que no funciona como capa elástica.

Fig. 25: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza.

Se comenzaron a fabricar adhesivos con nanorelleno como: Prime y Bond NT, Xano III y Excite, cuyo nanorelleno penetraba hasta alcanzar la capa híbrida, y la película del adhesivo es delgada cerca a 8 micrómetros, tienen una menor contracción de polimerización y sus propiedades mecánicas son superiores a los adhesivos sin relleno, el único inconveniente es que por el espesor tan delgado de

la película no servía como amortiguador de la contracción de polimerización de la resina compuesta.



Excite (0, 5%). One step plus (8, 5%).

Adhesivos con nanorelleno.

Obtibond plus (15%). y PQ1 (40%).

Fig. 26: Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

### 3.10. Adhesión en la pulpa

Al proteger a la pulpa reducimos a lo mínimo cualquier agresión ya sea por el medio bucal o por intervención operatoria.

La evolución de los adhesivos creó una expectativa en cuanto a la simplificación de las etapas restauradoras, que sobrepasa las limitaciones físicas, mecánicas y sobre todo biológicas. El concepto de que la capa híbrida es una barrera permanente a los irritantes y al mismo tiempo inocua para el complejo dentino pulpar, ha creado un concepto erróneo, por las consecuencias futuras.

La aplicación del ácido acondicionador y los sistemas adhesivos no son iguales en todas las diferentes situaciones como: cavidades superficiales, cavidad media, cavidad profunda, cavidad muy profunda sin exposición y la cavidad muy profunda con exposición.

Algunos autores recomiendan el acondicionamiento ácido y el sistema adhesivo, sin importar la profundidad de la cavidad o inclusive en las pulpas expuestas.

COX (1987)<sup>17</sup>; COX y SUZUKI (1994)<sup>18</sup>; SÜBAY (2000)<sup>66</sup> basados en estudios con primates y animales de laboratorio, obtuvieron resultados histopatológicos satisfactorios, sostienen que: la agresión química potencial de tales materiales no es lo suficientemente severa para causar daños permanentes al complejo dentino pulpar y así mismo que los trastornos que los trastornos irreversibles que ocurren en la pulpa, son atribuibles más bien a la infiltración de bacterias.

PEREIRA (1997)<sup>52</sup>; PAMEIJER y STANLEY (1998)<sup>47</sup>; PORTO NETO y col. (1999)<sup>55</sup>; COSTA (2000)<sup>16</sup>; PERIRA y col. (2000)<sup>53</sup>; SÜBAY (2000)<sup>66</sup>. En contraposición de lo anteriormente mencionando, sostienen que: las agresiones a las células y la consecuente inflamación pulpar de diferentes magnitudes, pueden presentarse en ausencia de bacterias.

Según TAINTOR y col. (1981)<sup>67</sup>; PEREIRA y col. (2000)<sup>53</sup>, clínicamente, el proceso degenerativo de la pulpa puede producirse sin registro de sintomatología clínica alguna. La pulpa puede perecer en ausencia de dolor, como ocurre en los casos de necrosis pulpar aséptica lo cual puede confundir el enjuiciamiento de éxito o de fracaso del tratamiento a corto plazo.

Es importante reconocer que el potencial del sistema adhesivo, no se ve afectado cuando se asocia a agentes de protección biológicamente más compatibles que el adhesivo. Más por el contrario, nos proporciona muchos beneficios para la salud del diente y el confort del paciente. Todo lo mencionado es importante en casos de exposición pulpar, porque el objetivo es la recuperación biológica de la pulpa.

En estos casos definitivamente los los sistemas adhesivos no tienen ninguna competencia.

Se hicieron estudios para ver la respuesta pulpar con el recubrimiento directo con un sistema adhesivo, como lo hizo:

SILVA GA, LANZA LD, LOPES-JÚNIOR N, MOREIRA A, ALVES JB. del Departamento de Morfología del Instituto de Ciencias Biológicas en Belo Horizonte, Brasil. Realizaron el estudio del recubrimiento pulpar directo con el sistema de un paso (SBAS).

Este estudio evaluó la respuesta de la pulpa dental humana con el recubrimiento pulpar directo con el sistema adhesivo (SBAS) con concentraciones de 10% y 37% de ácido fosfórico y con Hidróxido de calcio. Las pulpas de 78 premolares fueron aplicados con SBAS después de ácido fosfórico 37% de grabado (Grupo I) y al 10% de grabado (Grupo II) y con hidróxido de calcio (Grupo III). Las cavidades fueron restauradas con resina compuesta (Charisma). Después de 1, 3, 7 y 30 días, los dientes fueron extraídos y procesados para su examen microscópico. Los pacientes fueron seguidos para la evaluación de la sintomatología postoperatoria. Los resultados clínicos mostraron que no hubo diferencia estadística entre el 10% y 37% con las soluciones de ácido. La respuesta histológica fue similar en los grupos I y II, sin signos de diferenciación celular y neoformación de dentina hasta 30 días. No se observó bacterias en ningún especímenes. En el grupo III, en el día 7, las células se mostraban con actividad por debajo de la zona de necrosis de coagulación. La dentina puente se observó en el trigésimo día. El postoperatorio fue asintomático para todos los grupos. En conclusión, debe evitarse el tratamiento de la pulpa vital, mientras que el hidróxido de calcio sigue siendo el agente de elección para la protección de la pulpa dental humana expuesta.

#### **4. COMPOSICION DE LOS ADHESIVOS**

Estos materiales están formados a partir de moléculas sintetizadas o elaboradas en un laboratorio o industria. Estas moléculas son de tamaño pequeño y de bajo peso molecular y están unidas entre si por uniones primarias covalentes.

De esta unión la materia deja de estar constituida por moléculas pequeñas y forma moléculas grandes o macromoléculas. Estas macro moléculas tienen una energía de atracción mayor que las originales pequeñas.

Resumiendo: un material orgánico sintético puede ser obtenido a partir de moléculas pequeñas que se denominan comúnmente monómeros (significa que tiene una parte) generando una unión entre ellas para formar otra más grande, denominada polímero (significa que tiene muchas partes). El proceso el proceso que se conoce con el nombre de polimerización, puede transformar la materia líquida o gaseosa en sólida.

MACCHI (2000)<sup>38</sup> dice: con frecuencia se hace referencia al material finalmente obtenido con la palabra “polímero” que en esta acepción se refiere al material final y no a una molécula en particular. Así pueden utilizarse en forma indistinta denominaciones como “polímero” o “material polimérico” para designar a un material orgánico obtenido en forma sintética

## **5. CLASIFICACION DE LOS ADHESIVOS**

Los adhesivos desde que aparecieron continuaron evolucionando, por eso se las subdivide por generaciones:

### **5.1. Primera generación**

A partir de mediados de los 70.

### **5.2. Segunda generación**

Que pretendían adherirse químicamente a la dentina y a la smear layer, formando niveles de adhesión que alcanzaban los 4 a 5 Mpa (Leinfelder 1993) tales como Scotch Bond (3M) y Prisma Universal Bond (Dentsply).

### **5.3. Tercera generación**

Aparece en la mitad de las años 80 que consistía en la adición de monómeros hidrofílicos, principalmente el HEMA y alcanzaba niveles de adhesión cerca de 10 Mpa (Leinfelder 1993) los productos eran Scotch Bond 2, Prisma Universal 2 o Gluma (Bayer) entre otros.

### **5.4. Cuarta generación**

A partir de los 90 su innovación fue incorporar un tercer compuesto denominado "primer" que es agente promotor de la adhesión sumando el acondicionador y el adhesivo, generación caracterizada como el de los 3 compuestos (Bayne 2002) los productos eran: All Bond 2 (Bisco), Opti Bond Fl (Kerr), Pro Bond (Dentsply), Scotch Bond Multipropósito Plus (3M), Syntac (Vivadent) y Bond it (Jeneric). Inicialmente los fabricantes recomendaban el grabado ácido solo a esmalte por rechazo al grabado total pero ante los niveles de adhesión superiores a los 25 o 30 Mpa que se alcanzaron y que no se observaba injuria pulpar, finalmente el rechazó al acondicionamiento total fue vencido a mediados de los años 90.

### **5.5. Quinta generación**

En cuanto a efectividad es muy similar a la cuarta generación (Van Meerbeck y col., 2001), la diferencia esta en el manejo que es mas simplificado, que a diferencia de 3 pasos, este consta de solo 2: empezando con el acondicionador y reunidos en un solo frasco el primer y el adhesivo, los productos era: Prime and Bond (Dentsply), que luego paso a ser Prime and Bond 2. 2.1 y NT, Optibond Solo (Kerr), después la versión plus, Bond 1 (Jeneric), Syntac Single Component ( Vivadent), que dio paso a Excite, Single Bond (3M) que paso a llamarse Adper Single Bond, One Coat Bond (Coltene) y muchos otros. La excepción a esta regla es el producto japonés Clear Liner Bond 2 (Kuraray) también se presenta en 2 frascos, la diferencia es que une el

acondicionador y el primer en un solo frasco dejando el adhesivo en otro aparte. Fue a partir de este producto que se empezó la tendencia del auto grabado.

### **5.6. Sexta generación**

Que esta a partir de 1999 que se identifican por haber unido en un solo compuesto la triada (acondicionador, primer, adhesivo) pero en realidad se produce esta unión en el momento de su aplicación, citando algunos tenemos: Prompt L pop, que tras varias versiones adopto el nombre de AdperPrompt L pop (3M Espe), One Touch Bond (Kuraray), SE Bond (Coltene), Xeno III (Dentsply), Touch y Bound (Parkell) entre otros.

### **5.7. Séptima generación**

A fines del 2002 se presenta el producto i Bond (kulzer) como el primero de esta generación, este si presenta todos sus compuestos en un solo frasco que obviamente necesita de una mezcla. Lo ideal seria llegar al adhesivo de ultima generación con cero frascos y compuestos, es decir, el material restaurador polimérico sea capaz por si mismo adherirse al sustrato dental, sin ayuda de un compuesto adhesivo, como lo hace el Ionómero de vidrio, meta que parece todavía lejana.

Los adhesivos en el mercado actual tiene una gama extensa de productos que son semejantes entre ellos pero que tiene algunas variaciones según el fabricante, por ejemplo, adhesivos que tiene flúor, adhesivos que tiene relleno, adhesivos fotopolimerizables, adhesivos de polimerización dual, adhesivos que obvian el acondicionamiento acido previo, adhesivos que contienen acetona como solvente, adhesivos que usan alcohol como solvente y otros. Debido a la gran variedad, el profesional duda en que producto elegir o posiblemente lo utilice de una forma errada, es por eso que es necesario clasificarlos. Los clasificaremos por:

## **5.8. El acondicionamiento ácido**

Que se va a clasificar en dos grupos:

### **5.8.1. Los que emplean un acondicionamiento ácido previo**

Los adhesivos que utilizan previamente el grabado ácido tienen básicamente 3 componentes: el ácido, el primer y el bond, la mayoría de los adhesivos actuales son de este tipo por sus buenos resultados.

El único inconveniente es que el ácido se aplica primero y luego el adhesivo, lo que puede producir una profundidad de desmineralización que el adhesivo no alcance a humectar. Para resolver este inconveniente se desarrollaron los adhesivos autoacondicionadores.

### **5.8.2. Los autoacondicionadores**

Que es un material que no se lava y es capaz de funcionar simultáneamente como acondicionador del esmalte y dentina, además como primer. Evitando la formación de una capa de dentina desmineralizada sin ser recubierta por el adhesivo. Con este adhesivo se suprime 4 pasos: el dispensado del ácido, la aplicación, el lavado y la eliminación del agua excedente. Al ser un procedimiento con menos etapas se economiza el tiempo y se reducen los errores en cuanto a la microfiltración..

Un inconveniente de los adhesivos autoacondicionadores es que sus primers ácidos tienen un pH de 2, en cuanto que el ácido fosfórico tiene un pH de 0,6, lo que ocasiona que no pueda acondicionar correctamente el esmalte sin biselar y la dentina esclerosada. Por lo que las fabricantes buscan bajar el pH ácido, es así que en 2002 se crean ácidos por debajo de 1,0, casi tan ácido como el ácido fosfórico, como el Xeno III, el Simplicity y Tyrian SPE (Bisco). Por lo que se dice que cuando las nuevas investigaciones den resultados favorables de adhesivos autoacondicionadores más ácidos, la era del ácido fosfórico había terminado.

Estos a su vez se clasifican por su acción acida en:

#### **5.8.2.1. Suaves**

Que poseen un PH mayor a 2.

#### **5.8.2.2. Moderados**

Estos poseen un PH que oscila de 1 a 2.

#### **5.8.2.3. Fuertes**

Poseen un PH menor a 1.

### **5.9. El sistema de activación**

Pueden ser activados de tres formas:

#### **5.9.1. Sistema de fotoactivacion**

Como sabemos la ventaja de los fotopolimerizables es que nosotros decidimos el momento de la polimerización, aplicando la fuente de luz. Otra ventaja es que su presentación es en menos frascos a diferencia del químicamente activado y el dual.

#### **5.9.2. Sistema de activación química**

En las químicamente activadas, la polimerización va depender mucho en su técnica de aplicación, en su mezcla y las indicaciones del fabricante.

El cuidado que se debe tener es en la incompatibilidad que tienen los productos de diferente activación, como: los adhesivos químicamente activados no son compatibles con las resinas compuestas de fotopolimerizable y viceversa los adhesivos de fotopolimerizables no son compatibles con las resinas químicamente activadas.

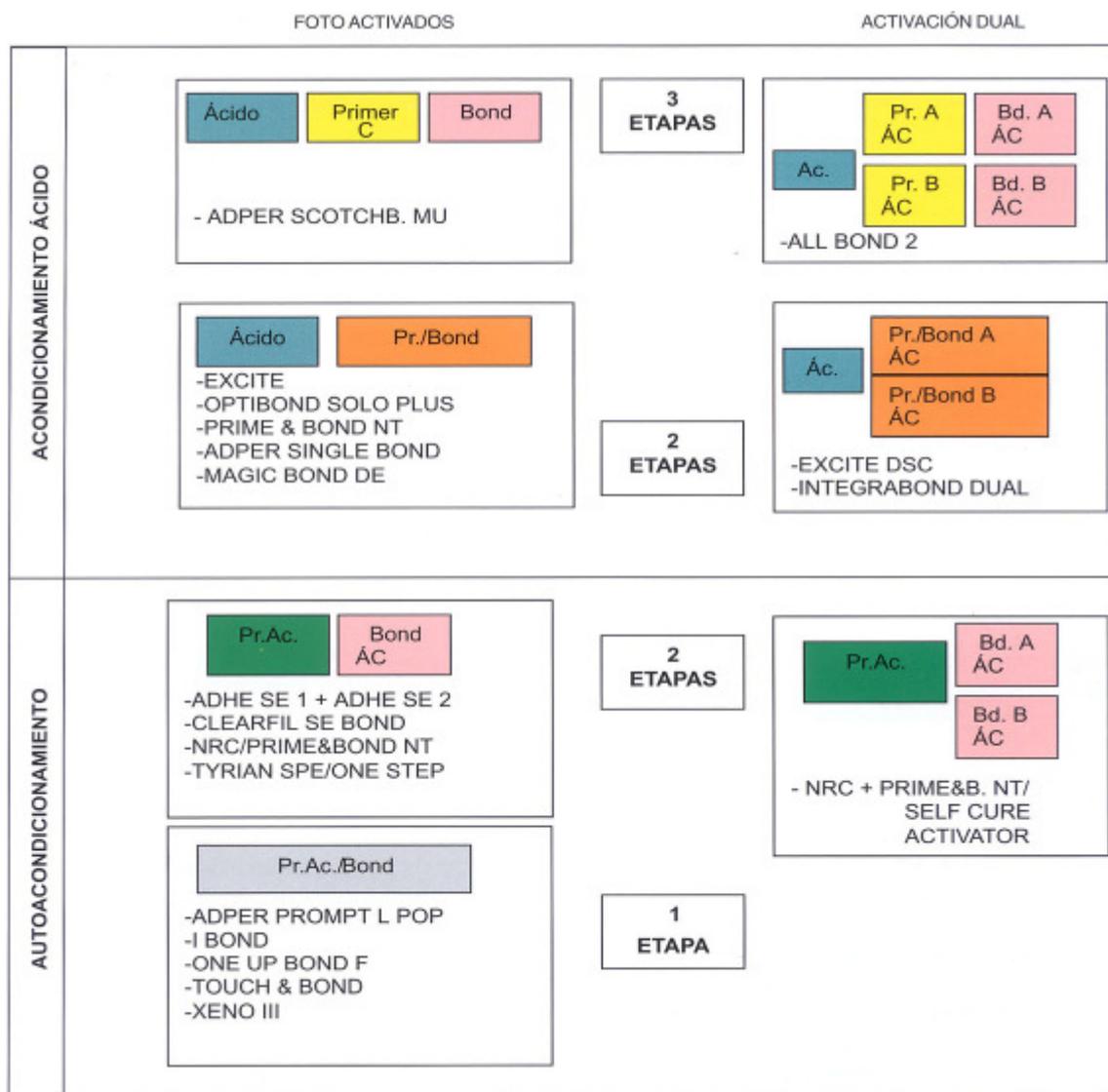
### **5.9.3. Sistema de doble activación (dual)**

Lo explicado anteriormente no pasa con los adhesivos de polimerización dual que es compatible con todos.

Los adhesivos de activación química están casi en desuso por sus problemas de adhesión, que han sido superadas por los adhesivos de fotopolimerización y los duales.

### **5.10. Su técnica de utilización**

Cada grupo de adhesivos tiene una forma de activación que puede ser fotopolimerizable o dual y la forma de tratar el sustrato para la adhesión.



Cuadro 5: Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

### 5.10.1. Adhesivos fotoactivados que usan acondicionamiento ácido

Indicados para restauraciones directas que pueden ser: de 3 etapas, ácido, primer, bond de forma separada y otra de 2 etapas, ácido primero y luego primer y bond juntos.

ADHESIVOS FOTOACTIVADOS CON ACONDICIONAMIENTO ÁCIDO TOTAL	ETAPAS	SOLVENTE	FLÚOR	RELLENO
ADPER SCOTCHBOND MULTI USO	1-(Ac) 2-(Pr) 3-(Bond)	ETANOL		
GLUMA SOLID BOND	1-(Ac) 2-(Pr) 3-(Bond)	ACETONA	FLÚOR	25,0%
OPTIBOND FL	1-(Ac) 2-(Pr) 3-(Bond)	ETANOL	FLÚOR	46,0%
PAAMA 2	1-(Ac) 2-(Pr) 3-(Bond)	ACETONA		
A. ADMIRA BOND	1-(Ac) 2- (Pr/B)	ACETONA		
ADPER SINGLE BOND	1-(Ac) 2- (Pr/B)	ETANOL		
BOND 1	1-(Ac) 2- (Pr/B)	ACETONA		
BOND 1 C&B	1-(Ac) 2- (Pr/B)	ETANOL		
DENTASTIC UNO	1-(Ac) 2- (Pr/B)	ACETONA		
EXCITE	1-(Ac) 2- (Pr/B)	ETANOL		0,5%
GLUMA COMFORT BOND	1-(Ac) 2- (Pr/B)	ETANOL		
GLUMA ONE BOND	1-(Ac) 2- (Pr/B)	ACETONA		
INTEGRABOND	1-(Ac) 2- (Pr/B)	ACETONA		
MAGIC BOND DE	1-(Ac) 2- (Pr/B)	ETANOL		
MATRIX CABRIO ADHES.	1-(Ac) 2- (Pr/B)	ACETONA/ETANOL		
ONE COAT BOND	1-(Ac) 2- (Pr/B)	AGUA		
OPTIBOND SOLO PLUS	1-(Ac) 2- (Pr/B)	ETANOL	FLÚOR	15,0%
PRIME&BOND NT	1-(Ac) 2- (Pr/B)	ACETONA/ETANOL	FLÚOR	3,0%
STAE	1-(Ac) 2- (Pr/B)	ACETONA	FLÚOR	

Cuadro 6: Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

### 5.10.2. Adhesivos fotoactivados que son autoacondicionadores

Para algunos profesionales el uso de ácido fosfórico, es un problema, por su necesidad de lavado, por el tiempo empleado y por la eliminación de agua en exceso. Comparando los adhesivos autoacondicionadores son más fáciles de usar con resultados más uniformes, puesto que la desmineralización y la penetración se da al mismo tiempo y en el mismo nivel.

Dentro esta categoría tenemos dos tipos: uno que se aplica en dos etapas, en un frasco el primer ácido y en otro frasco el bond o el primer/bond. En los que se aplica en una etapa, el primer ácido y el bond se aplican juntos, en realidad solo hay uno que presenta todos sus componentes en un frasco, el Bond de la

Kulzer, los demás están en la categoría de una aplicación por que sus componentes se aplican de una sola vez, a pesar de ser previamente mezclados.

ADHESIVOS FOTOACTIVADOS AUTOACONDICIONADORES	ETAPAS	SOLVENTE	FLÚOR	RELLENO
ADHE SE	(Pr.Ac.) (Bond)	AGUA		
CLEARFIL SE BOND	(Pr.Ac.)(Bond)	AGUA		10,0%
SIMPLICITY	(Pr.Ac.) (Bond)	ETANOL		
NRC + PRIME&BOND NT	(Pr.Ac.)(Pr/Bd)	ACETONA/ETANOL	FLÚOR	3,0%
OPTIBOND SOLO P. SELF ETCH PR + OPTIBOND SOLO PLUS	(Pr.Ac.)(Pr/Bd)	ETANOL	FLÚOR	15,0%
TYRIAN SPE + ONE STEP PLUS	(Pr.Ac.)(Pr/Bd)	ETANOL		8,5%
ADPER PROMPT L POP	(Pr.Ac./Bd)	AGUA	FLÚOR	
I BOND	(Pr.Ac./Bd)	ACETONA/ÁGUA		
ONE UP BOND F	(Pr.Ac./Bd)	AGUA	FLÚOR	8,0%
TOUCH & BOND	(Pr.Ac./Bd)	ACETONA		
XENO III	(Pr.Ac./Bd)	ETANOL	FLÚOR	4,0%

Cuadro 7: Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

### 5.10.3. Adhesivos de activación dual que usan el acondicionamiento ácido

Nombrados también adhesivos de tipo multipropósito, por ser muy versátiles y que prácticamente se utilizan en todas las situaciones.

ADHESIVOS FOTOACTIVADOS AUTOACONDICIONADORES	ETAPAS	SOLVENTE	FLÚOR	RELLENO
ADHE SE	(Pr.Ac.) (Bond)	AGUA		
CLEARFIL SE BOND	(Pr.Ac.)(Bond)	AGUA		10,0%
SIMPLICITY	(Pr.Ac.) (Bond)	ETANOL		
NRC + PRIME&BOND NT	(Pr.Ac.) (Pr/Bd)	ACETONA/ETANOL	FLÚOR	3,0%
OPTIBOND SOLO P. SELF ETCH PR + OPTIBOND SOLO PLUS	(Pr.Ac.) (Pr/Bd)	ETANOL	FLÚOR	15,0%
TYRIAN SPE + ONE STEP PLUS	(Pr.Ac.) (Pr/Bd)	ETANOL		8,5%
ADPER PROMPT L POP	(Pr.Ac./Bd)	AGUA	FLÚOR	
I BOND	(Pr.Ac./Bd)	ACETONA/ÁGUA		
ONE UP BOND F	(Pr.Ac./Bd)	AGUA	FLÚOR	8,0%
TOUCH & BOND	(Pr.Ac./Bd)	ACETONA		
XENO III	(Pr.Ac./Bd)	ETANOL	FLÚOR	4,0%

Cuadro 8: Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

#### 5.10.4. Adhesivos de activación dual autoacondicionadores

Son los indicados para la cementación de postes radiculares, ya que tenemos la seguridad que en las zonas profundas del conducto haya una eficiente polimerización, que sería imposible llegar con la luz.

En el conducto radicular tiene 2 ventajas: uno, no tendríamos que retirar el gel del interior del conducto; y la segunda no hay riesgo de que el ácido penetre los conductos accesorios llegando al ligamento periodontal, ocasionando reabsorción radicular.

ADHESIVOS DE ACTIVACIÓN DUAL CON ACONDICIONADORES ÁCIDO TOTAL	ETAPAS	SOLVENTE	FLÚOR	RELLENO
CLEARFIL LINER BOND 2V	1- (Pr.Ac. A)(Pr.Ac. B) 2- (Bond A) (Bond B)	AGUA		10,0%
NRC + PRIME&BOND NT/SELF CURE ACTIVATOR	1- (Primer Ácido) 2- (Pr/Bd A)(Pr/Bd B)	ACETONA/ETANOL	FLÚOR	3,0%
OPTIBOND SOLO PLUS SELF ETCH PRIMER +OPTIBOND SOLO PLUS / OPTIBOND S. P. ACTIVATOR	1- (Primer Ácido) 2- (Pr/Bd A)(Pr/Bd B)	ETANOL	FLÚOR	15,0%

Cuadro 9: Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

## 6. ADHESION INVERSA

Esta adhesión se consigue con la eliminación y desproteinización del smear layer con ácido fosfórico en alta concentración, para facilitar la impregnación de los monómeros hidrófilos e hidrófugos y conseguir la adhesión por hibridización reversa.

La aplicación de hipoclorito de sodio en distintas concentraciones removió la dentina desmineralizada y eliminó las fibras colágenas.

PRATI y col. (1999)<sup>56</sup> dice: en la capa dentinaria infiltrada por contacto, los resin tags, fueron más profundos que cuando la dentina fue tratada solamente con ácido fosfórico y las muestras sometidas a la acción del hipoclorito de sodio mostraron una resistencia adhesiva menor.

## 7. FACTORES QUE FAVORECEN LA ADHESION

FACTORES DE LOS QUE DEPENDE LA ADHESIÓN
De las superficies
Del adhesivo
Del biomaterial
Del profesional y del personal auxiliar
De los fabricantes

Cuadro 10: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza.

### 7.1. En relación a la superficie

El sustrato debe tener algunas características para una mejor adhesión, debe estar:

#### 7.1.1. En íntimo contacto

Como el sustrato es un sólido lo mejor que se adapta es un líquido, por lo que el adhesivo o el material restaurador debería serlo. Si no hay un íntimo contacto, no se podrán producir las reacciones químicas ni las trabas mecánicas.

#### 7.1.2. Limpias y secas

Lo primero es obvio y lo segundo depende si es esmalte o dentina.

El esmalte es fácil de limpiar y secar, en cambio en la dentina se nos dificulta la limpieza por su misma naturaleza y el secado por dos factores: uno, la presencia de exudado del fluido de los túbulos dentinarios cortados, y el segundo es que podemos modificar el equilibrio hidrolítico del túbulo, causando dolor postoperatorio hasta una mortificación pulpar.

### **7.1.3. Con alta energía superficial**

La adhesión será mejor, mientras más alta sea esta energía porque será mayor el potencial de atraer a su superficie tanto los biomateriales restauradores como los sistemas adhesivos.

### **7.1.4. Potencialmente receptivos a uniones químicas**

El esmalte lo es a través de los radicales hidroxilos que tiene la hidroxiapatita, la dentina también los es por los radicales hidroxilos de la hidroxiapatita además de los radicales presentes en las fibras colagenas: carboxilos, aminos, cálcicos.

### **7.1.5. Superficies lisas vs rugosas**

Desde el punto de vista de adhesión física, la superficie debe presentar irregularidades para que el adhesivo al endurecerse se trabe, y desde el punto de vista de adhesión química, la superficie debería ser lisa para que el adhesivo pueda fluir libremente y adaptarse sin dificultad.

## **7.2. En relación al adhesivo**

Para que el adhesivo sea el ideal debe tener:

### **7.2.1. Baja tensión superficial**

Mientras mas baja sea, será mejor porque posibilitara al adhesivo humectar el tejido dental, logrando un contacto adecuado que favorezca a la adhesión tanto física como química.

### **7.2.2. Alta humectancia o capacidad de mojado**

Mientras mas moje el material adhesivo o sus componentes, mejor será en contacto con el sustrato, favoreciendo su potencial de unión físico y químico.

### **7.2.3. Bajo ángulo de contacto**

Lo ideal es que este sea lo más bajo posible, porque facilita la humectancia, el contacto físico y la reacción química.

### **7.2.4. Estabilidad dimensional**

Puede ser en el momento de endurecer o ya endurecido, no debe deformarse frente a variaciones térmicas, frente a su propio proceso de endurecer o frente a alguna tensión externa.

### **7.2.5. Alta resistencia mecánica química adhesiva-cohesiva**

Que sea capaz de resistir fuerzas tanto de oclusión funcional como las del medio oral.

### **7.2.6. Biocompatible**

No debe agredir los tejidos dentales, como también los tejidos orales y en si al mismo paciente.

## **7.3. En relación al biomaterial**

- Tiene que ser de fácil manipulación, aplicación y mínima implementación.
- Tiene que tener una técnica adhesiva confiable.

- Tiene que ser compatible con los adhesivos aplicados.

#### **7.4. En relación del profesional y el personal auxiliar**

El profesional debe conocer bien el biomaterial a ser aplicado y capacitar a su personal, caso contrario no podrá hacer un buen uso de los biomateriales de última generación y será el peor crítico del material que "en sus manos no resulta" por su falta de competencia y no del material.

En cuanto al trabajo del Odontólogo con el instrumental del consultorio, hay algo que se deja al olvido y es muy importante. Es la presencia de aceite en irrigación de las turbinas y agua y/o aceite en el aire de la jeringa triple.

La presencia de aceite en la irrigación de la turbina y en el aire de la jeringa triple, contaminan seriamente las superficies en tratamiento, disminuyendo o anulando la adhesión que se pretende lograr. En caso de presencia de agua en el chorro de aire de la jeringa triple, no podrá secar las superficies correctamente, como es el caso del esmalte, que es necesaria un secado total.

#### **7.5. En relación de los fabricantes**

Los fabricantes deben proporcionarnos productos probados, más que en los laboratorios, en la clínica misma. Tendrían que ser de alta durabilidad, con instrucciones claras y precisas, de almacenamiento fácil, prolongada vida útil y bajo costo.

### **8. USO DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS**

Para obtener una adhesión ideal la aplicación del sistema adhesivo debe ser efectuada adecuadamente paso a paso. Se debe tener en cuenta:

- A) Se debe evitar la deshidratación de la dentina porque los componentes hidrófilos del adhesivo, funcionan mejor cuando la dentina esta humeda pero no empapada.
- B) El sistema adhesivo debe ser aplicado en toda la superficie dentinaria para su correcta difusión e integración.
- C) Se recomienda aplicar dos o mas capas de primer o primer-adhesivo que pueden ser aspiradas entre capas pero nunca humedecida o lavada.
- D) El tiempo de acción de los primers varía de acuerdo con el fabricante y el tipo de solvente que utiliza el sistema adhesivo. Según URIBE ECHEVARRIA y col. (1997)<sup>71</sup> para que los fenómenos adhesivos sean efectivos, la imprimación de un primer en dentina debe demorar por lo menos de 20 a 40 segundos antes de su polimerización.
- E) Después de la espera, hay que eliminar los solventes aplicando aire al agente adhesivo
- F) Toda la superficie debe tener un brillo que significa que el adhesivo sello los microporos creados por el acondicionamiento acido
- G) En los agentes de tres frascos, se aplica primero el primer, el adhesivo y luego la resina de enlace o bond y polimerizar
- H) En los agentes de dos frascos, se aplica el primer, adhesivo y se polimeriza
- I) En los agentes de un solo frasco, se aplica una capa de la solución primer-adhesivo y se polimeriza. En algunos sistemas como el Single Bond (3M) indican polimerizar después de la aplicación de dos capas
- J) Los adhesivos que contienen solventes volátiles como la acetona y alcohol deben estar en envases herméticos y cerrados hasta el momento de su utilización para que no se evaporen.
- K) El profesional debe controlar la fecha de caducidad de los frascos y la evaporación de los solventes que produce un aumento de la viscosidad del material y la disminución de la fuerza adhesiva

## **9. SENSIBILIDAD POSTOPERATORIA**

NAKABAYASHI (1982)<sup>43</sup> dice que la íntima interacción de los materiales adhesivos con los sustratos dentales hacen que, en cierta medida, las restauraciones tengan un carácter protector del complejo dentinopulpar gracias a la formación de la capa híbrida.

Según PEREIRA y SEGALA (2002)<sup>54</sup> este tratamiento es producto de la odontología restauradora moderna, que busca la recuperación anatómica y estética del diente, la conservación y protección de las estructuras dentarias remanentes de la recurrencia de caries y la conservación de la vitalidad del diente.

A pesar de contar con técnicas restauradoras modernas, hay algunos aspectos que intrigan a investigadores como también a odontólogos. Entre estos están: la decoloración, la filtración marginal, la sensibilidad post operatoria, la recurrencia de caries y la pérdida de la restauración como fracaso final. Tal vez el problema más inquietante sea la sensibilidad postoperatoria, respecto a esto se ha desarrollado varias interrogantes: como se puede evitar la sensibilidad postoperatoria? Y como se la puede tratar?

### **9.1 Procedimientos dirigidos a evitar la sensibilidad postoperatoria:**

#### **9.1.1. Usar bases y recubrimientos en capas gruesas de materiales**

Para este tratamiento se pueden usar materiales como: Ionómero de vidrio, resina fluida, adhesivo de alta viscosidad. Hacer el diagnóstico clínico del diente y su profundidad para seleccionar el material protector. Las capas gruesas pueden actuar impidiendo agresiones físicas o químicas a la pulpa, de los materiales restauradores. Puede actuar también reduciendo la contracción de polimerización entre diente y material restaurador.

Un ejemplo que es considerado bastante eficaz para controlar la sensibilidad postoperatoria es el uso del Vitre bond (3M) o Fuji Lining LC (GC), en dentina no acondicionada previamente.

### **9.1.2. Aplicar múltiples capas de primer y adhesivo**

También se puede usar adhesivos de alta viscosidad como que se consideran eficientes como el Obtibond Solo (Kerr) o PQ1 (Ultradent).

El smear layer puede ser menos agresivo para el complejo dentinopulpar, así que la utilización de adhesivos autoacondicionadores se la debería hacer de la siguiente forma: se aplica una primera capa, luego se dispersa con aire y se polimeriza, se repite varias capas hasta lograr una superficie brillantemente uniforme.

### **9.1.3. Aplicar agentes desensibilizadores después del acondicionamiento**

Los que contengan glutaraldehído y HEMA, proporciona desinfección, fija las proteínas y rehumedece la dentina. Hay otra a base de oxalato de potasio sin componentes de resina, que interactúan bien con el adhesivo.

### **9.1.4. Evitar la contaminación de la cavidad, la deshidratación de la dentina y el trauma oclusal**

Estas son las precauciones clínicas más importantes para reducir la sensibilidad dentaria. El uso del aislamiento absoluto impide la contaminación de la cavidad por la saliva, tener el cuidado en no reseca la dentina y el ajuste oclusal en la restauración en todos los movimientos mandibulares.

### **9.1.5. Realizar el acabado de los márgenes cavitarios en el esmalte**

Los márgenes que quedan irregulares en el esmalte, son muy delgados y se fracturan con facilidad en la contracción de la polimerización de la resina, esto puede ocasionar, la filtración marginal y la sensibilidad, además del perjuicio estético.

### **9.1.6. No sobrepasar el tiempo de acondicionamiento ácido recomendado**

Tomar muy en cuenta el tipo de sustrato dental y el tiempo empleado para el acondicionamiento ácido en cada una de ellas, y retirarlo completamente mediante el enjuague con agua y también evitar el sobrecalentamiento del diente con la fuente de luz en la polimerización.

## **9.2. Forma de Manejo**

### **9.2.1. Molestia minina**

Para identificar bien el cuadro clínico se espera por lo menos cuatro semanas, por que muchos casos tienden a desaparecer en ese periodo por la respuesta reversible de la pulpa, también puede ser causa de dentina expuesta en la zona cervical, producto del acondicionamiento ácido o del acabado y pulido. En este caso se puede aplicar agentes desensibilizadores dentinarios como: Sensiactive - Ativus Farmacéutica o Gluma Desensitizer – Kulzer y otros.

### **9.2.2. Procedimiento a realizar en caso de que la sensibilidad no ceda**

Se realiza el acondicionamiento ácido de la restauración y de las piezas dentarias vecinas y aplicar un sellante de superficie como: Fortify – Bisco, Protect it – Jeneric / Pentron, Permaseal – Utradent y otros.

### **9.2.3. Procedimiento a realizar si aun permanecen las molestias**

Retirar la restauración y revisar el piso y las paredes de la cavidad en busca de resquebrajaduras y luego restaurar con una base como un recubridor cavitario mas grueso como: Vitrebond – 3M, Prisma VCL Dical – Dentsply, Ultrabond – Utradent.

#### **9.2.4. La respuesta pulpar en condición reversible**

En caso de diagnosticar inflamación pulpar reversible y la sensibilidad sea provocada, se retirara la restauración y se pondrá una capa curativa de hidróxido de calcio y restaurar la pieza provisoriamente. Hasta que la sensibilidad desaparezca. Y terminar con la restauración final protegiendo adecuadamente el piso de la cavidad.

#### **9.2.5. Casos en que la sensibilidad no desaparece**

Se deberá sospechar de una injuria pulpar irreversible donde la pulpectomía será el tratamiento a seguir.

### **9.3. Mecanismos de degradación de la interfaz adhesiva**

Como sabemos el agua desempeña un papel fundamental en la adhesión, pero que también va establecer los mecanismos de la degradación de la interfaz del adhesivo.

Si después del acondicionamiento ácido en la dentina, este no quedaba completamente infiltrada del agente adhesivo, las fibras colágenas quedarían expuestas y desprotegidas a la acción de los fluidos orales. A esta se la denomina “nanofiltración” (SANO y col., 1995). Este fenómeno atribuyo la hipótesis de que la pérdida de resistencia del adhesivo se debía a la degradación de las fibras colágenas expuestas y desprotegidas, que se situaban en la base de la capa híbrida.

Según CARVALHO y col. (2000)<sup>12</sup> dice que recientes estudios, reorientaron hacia otras hipótesis la interpretación de los mecanismos de degradación de la interfaz adhesiva. La hipotética facilidad de degradación de las fibrillas de colágeno fue reciente mente absuelta. En este estudio los autores mostraron que la dentina se mantuvo estable durante cuatro años, mecánica y morfológicamente, almacenada en una solución salina.

Paralelamente estudios realizados por SANO y col., (1999)<sup>59</sup>; HASHIMOTO y col. (2000)<sup>32</sup> in vivo, demostraron que la adhesión se pierde progresivamente con el tiempo, a pesar de usar los sistemas autoacondicionadores, los cuales teóricamente no tendrían que tener problemas a este nivel.

### **9.3.1. Los sistemas adhesivos son polímeros degradables**

En las industrias se producen los polímeros en condiciones perfectas de deshidratación, presión, temperatura, tiempo, etc., y se espera una durabilidad prolongada. En cambio, en el consultorio se presentan condiciones adversas del medio bucal, como la energía luminosa que depende del aparato y debe activarse en 20 seg. , la temperatura corporal de 37°, la presión atmosférica, la presencia de oxígeno y la humedad del sustrato. A pesar de todo aplicamos estos adhesivos en condiciones cuestionables y sobrestimando el material.

Según JACOBSEN y SODERHÖLM, (1995)<sup>33</sup>; PAUL y col. (1999)<sup>51</sup> la presencia de agua durante la polimerización perjudica aun mas la conversión de monómeros en polímeros dando la subpolimerización de la resina. La resina subpolimerizada presentara mayor absorción de agua, lo cual afectara directamente sus propiedades mecánicas inmediatas y su durabilidad.

CARRILHO (2002)<sup>11</sup> hizo un estudio de laboratorio, con un adhesivo a base de acetona (One Step, Bisco), etanol y agua (Single Bond, 3M ESPE), y un autoacondicionador (Lear Liner Bond 2V, Kuraray); y los almaceno en agua y aceite mineral, hasta un año. Los adhesivos almacenados en agua, tuvieron perdidas significativas en la resistencia adhesiva, mientras que los almacenados en aceite no perdieron su resistencia adhesiva ni en un año.

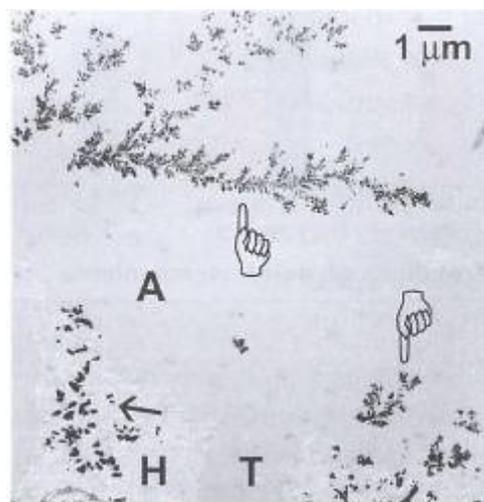
Estos datos de los estudios en laboratorio, son confirmados clínicamente en las restauraciones de resina compuesta en forma de: pigmentación marginal, deterioro de la interfaz adhesiva y la consecuente infiltración y caries recurrente.

Esta nanofiltración puede ser visualizada con microscopio electrónico de transmisión, con una solución con nitrato de plata como agente trazador, y relacionarlo con la degradación del adhesivo.

Según TAY y col. (2002)68; TAY y PASHLEY (2003)69 el camino trazado por la permeabilidad del agua sigue una estructura semejante a la separación de las ramas de un árbol, sin embargo su descripción en odontología ha sido reciente.

FUNKE (1984)24; NGUYEN y col. (1995, 1996)45-46 dice que este fenómeno es bastante conocido en los campos de la energía eléctrica y tecnología de pinturas, se denomina “water treeing”.

En odontología el “ water treeing” es la primera señal de la degradación de los polímeros por hidrólisis.



Formación semejante a las ramas de un árbol

Fuente: Libro Adhesión en Odontología Restauradora de Gilberto Henostroza

## 10. PROCESO DE POLIMERIZACION

Podemos describir el proceso de polimerización como la formación o crecimiento de cadenas por la unión de eslabones. Estos últimos son los monómeros y la cadena, la molécula de polímero. Según la forma en que se produce este crecimiento, se forman polímeros con estructura lineal, ramificada o cruzada.

TIPOS DE POLÍMEROS	
SEGÚN ESTRUCTURA ESPACIAL	SEGÚN PROPIEDADES
Lineales	Plásticos
Ramificados	Resinas
Cruzados	Elastómeros

Cuadro 11: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza.

### 10.1. Mecanismos de polimerización

ANUSAVICE (2000)<sup>4</sup>; CRAIG (1988)<sup>19</sup> sostiene que la reacción de transformación de monómeros en polímeros puede hacerse de varias maneras . Los mecanismos mas utilizados en la fabricación de uso de materiales dentales son la polimerización por condensación , la polimerización por apertura de anillos y la polimerización vinilica.

MECANISMO	CARACTERÍSTICA
Condensación	Formación de subproductos
Apertura de anillos	Apertura de grupos cíclicos
Vinílica	Apertura de dobles ligaduras

Cuadro 12: Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

En los 2 primeros se utilizan moléculas con grupos químicos capaces de reaccionar entre si para generar la unión entre ellas, partiendo de 2 moléculas con un grupo reactivo apropiado en cada una conformando un “dímero” (dos partes). Si existe 2 grupos reactivos o mas en cada molécula, es posible establecer la unión de muchas moléculas entre si y obtener un polímero o material orgánico sintético.

Hay una diferencia entre el mecanismo de polimerización por condensación y el de apertura de anillos. El primero forma un subproducto de bajo peso molecular, agua, amoniaco, etc. Como por ejemplo un polímero conocido como “nylon”. En cambio en la polimerización por apertura de anillos, el resultado es tan solo el polímero final sin ningún producto adicional, por ejemplo los materiales epóxicos, como selladores de conductos radiculares.

La polimerización vinilica se diferencia de la polimerización por condensación por que en el resultado no hay ningún subproducto y se diferencia de la polimerización por apertura de anillos en que se parte de moléculas con dos grupos reactivos distintos que interactúan entre si.

La polimerización vinilica se da entre moléculas no saturadas, son aquellas con doble ligadura entre átomos de carbono por ejemplo las moléculas de eteno o etileno.

Las dobles ligaduras son relativamente inestables y bajo condiciones fácilmente obtenibles se abren las moléculas quedando “activadas” con valencias libres. Estas valencias no pueden existir libres, así que se saturan entre si uniendo las moléculas y creando el polímero deseado que denomina anteponiendo el prefijo “poli” al nombre de la molécula del monómero, por ejemplo poli (etileno), poli (cloruro de vinilo), poli (metacrilato de metilo).

## **10.2. Monómeros vinílicos en odontología restauradora**

Las propiedades finales de cualquier material orgánico sintético obtenido por polimerización vinilica, serán diferentes según la molécula de la que se haya partido. Como la molécula de etileno (a), que tiene escasa resistencia a la deformación (plástico). El metacrilato de metilo (b), la doble ligadura esta acompañada de un grupo metilo y un grupo carboxilo, formando un material de mayor rigidez (resina acrílica).

Según BARRANCOS MOONEY (1999)<sup>6</sup>, los grupos hidroxilos como el hidroximetacrilato de etilo o HEMA (c), constituyen monómeros hidrofílicos y luego polímeros con alta afinidad con el agua. Los ácidos como el acrílico (d) o el maleico produce polímeros que pueden disolverse en el agua ionizándose, formando iones de un polímero o “ionómero” y formando reacciones posteriores con cationes característicos de cementos de uso odontológico.

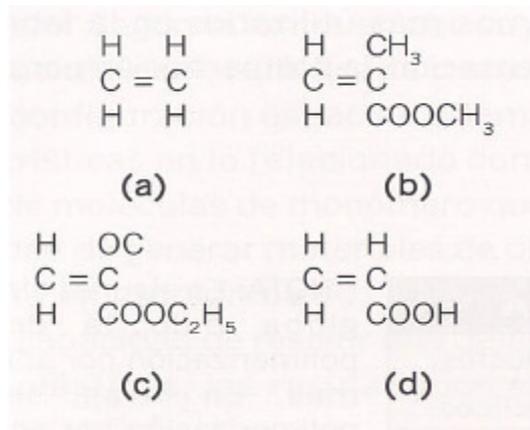


Fig. 27: Fuente: Libro "Adhesión en Odontología Restauradora" de Gilberto Henostroza.

### 10.3. Polimerización y técnicas adhesivas

Por lo visto anteriormente se han analizado las condiciones apropiadas y convenientes de un adhesivo, la necesidad de la baja tensión superficial y suficiente fluidez para generar adhesión en una determinada superficie, más si esta superficie tiene las condiciones de energía superficial adecuadas para conformar entre ambas el adhesivo y el sustrato ideal para generar un mecanismo de adhesión

Así por ejemplo, DOGON Y SILVERSTONE (1975)<sup>23</sup> dice que el adhesivo líquido puede llenar irregularidades que existan en la superficie o sustrato, aun a nivel "microscópico". Si luego de ello ese líquido se transforma en sólido, este puede ser retenido lográndose la adhesión buscada.

Para esto se emplean líquidos constituidos por moléculas con capacidad de polimerizar monómeros. Sin necesidad de recurrir a las reacciones por condensación o por apertura de anillos, en la mayoría de los casos se prefiere

moléculas con dobles ligaduras para q se pueda trasformar en un solido con el mecanismo de polimerización vinilica.

Se busca también que después de la transformación el liquido no disminuya de volumen, ósea que no se contraiga y si lo hace que sea mínimo. Por eso las moléculas tienen un peso molecular relativamente alto. No obstante este elevado peso molecular tiene un límite, por la necesidad de tener una adecuada fluidez para cubrir toda la superficie y sus irregularidades.

En resumen KEGEL y FERRARI (2000) concluyen que en la odontología adhesiva es frecuente utilizar un líquido formado por moléculas con relativo peso molécula elevado y con grupos vinílicos que pueden ser dos cuando se desea obtener cadenas cruzadas en el producto final. Las mas utilizadas son denominadas genéricamente diacrilatos, caracterizados por tener dos grupos acrilatos que incluyen las dobles ligaduras. Como por ejemplo, en el procedimiento sobre dentina, es necesario utilizar moléculas hidrofílicas, con afinidad a la humedad propia de este tejido.

#### 10.4. Activación de la polimerización

Existen muchas maneras de hacer llegar energía a los monómeros para activar la reacción de polimerización vinilica. Se puede dar por medios físicos o químicos.

MEDIOS DE ACTIVACIÓN	
Químicos	→ Autocurado
Físicos	→ Termocurado (calor)
	→ Fotocurado (Radiaciones)
Químicos y físicos	→ Curado dual

Cuadro 13: Fuente: Libro “Adhesión en Odontología Restauradora” de Gilberto Henostroza.

En la primera se utiliza combinación de agentes químicos, iniciadores y activadores, que son proporcionados al operador en forma separada, que deben ser combinados en el momento que se desea la reacción. Comúnmente el iniciador es algún peróxido y el activador un producto nitrogenado del tipo de las aminas terciarias, estos productos son conocidos como autocurables, autopolimerizables o de activación química. Estos productos tiene algunos inconvenientes, como la mezcla de dos componentes, que puede generar la incorporación de aire en la masa, imposible pensar en condiciones de vacío. El resultado final de la mezcla es un material alterado por la presencia de porosidades.

Otra inconveniencia es el tiempo, de aplicación, colocación, adaptación y conformación del adhesivo, que va a estar determinado por la velocidad de la reacción, a su vez definida por el fabricante.

Otra dificultad es la interacción entre las sustancias iniciadoras y las activadoras que generan grupos químicos que pueden ser inestables y pueden verse afectadas con el paso del tiempo.

Para no tener estos inconvenientes se ha optado por emplear materiales con reacciones de polimerización vinílica activada por medios físicos.

Así el operador puede decidir la energía física activadora, obteniendo un control de tiempo disponible para la manipulación. También se evita la mezcla de los componentes. Existe dos formas de energía física: las que generan calor y las electromagnéticas. El uso del calor es más frecuente en el laboratorio dental no así en el consultorio dental.

Para algunas aplicaciones clínicas hay productos en los que la iniciación de la polimerización se lleva a cabo por medios químicos y también utilizando el fotocurado. Se los llama de curado dual.

### **10.5. Recaudos para el trabajo clínico con foto curado**

- Tiempo de exposición de material a la luz: tiene que ser la necesaria para generar suficiente trabajo y adecuada polimerización. El operador debe tener la información del fabricante acerca del tiempo de exposición de la luz y el dispositivo de curado.
- El espesor del material al polimerizar: no debe sobrepasar un espesor de 2 mm. por cada capa.
- Distancia entre la salida de luz y la superficie del material: debe ser mínima pero evitando el contacto con el material para que este no quede adherido en el extremo del dispositivo del foto curado.
- Potencial de riesgo ocular: por el reflejo sobre las estructuras irradiadas, provocan alteraciones oculares que pueden ser irreversibles, por tanto deben ser protegidas con barreras efectivas que impidan el paso de la luz azul.

## 11. DISCUSIÓN

Son muchos los elementos a considerar dentro del proceso de adhesión en odontología restauradora y estética, sin embargo, hay puntos que hasta el día de hoy siguen siendo controversiales en cuanto algunos autores apoyen un procedimiento y otros están en contra. Este es el caso de la adhesión sobre la pulpa, COX (1987); COX y SUZUKI (1994); SÜBAY (2000) indicaron como un procedimiento deseable, el grabado y la adhesión directamente sobre la pulpa dentaria. Esto fue muy cuestionado por PEREIRA (1997); PAMEIJER y STANLEY (1998); PORTO NETO y col. (1999); COSTA (2000); PERIRA y col. (2000); SÜBAY (2000), debido a que se comprobó (mencionado por Castañeda, 2010) que los adhesivos que son aplicados sobre la pulpa o a menos de 0.8mm de ella, llegan a la pulpa los monómeros que no pueden ser fagocitados y forman células gigantes que traen como consecuencia la inflamación pulpar y/o la necrosis pulpar.

Ahora bien, tomando en cuenta otro punto importante de la revisión bibliográfica realizada; la Adhesión inversa: el hipoclorito de sodio destruye la porción orgánica, dejando la inorgánica, pero si se usan ambas técnicas (ácido fosfórico e hipoclorito de sodio) ambos componentes de la dentina son destruidos. La adhesión se tornaría muy complicada en este ambiente. No solo esto si no que el hipoclorito de sodio produce liberación de oxígeno constante desde la dentina, esta liberación nos trae dificultades, porque inhibe la polimerización del adhesivo, quedando la capa mas profunda donde se debería adherir a la dentina, sin polimerizar. Por lo que se debe tener cuidado con esta técnica por este motivo.

En cuanto a los tipos de adhesivos: convencionales vs. Autoacondicionantes; Para una técnica segura en los adhesivos convencionales, es necesario el conocimiento de los componentes del mismo y del tipo de sustrato al que se va adherir. Respetar los tiempos de trabajo, lavado, secado, sugeridos por el fabricante y tener un criterio propio de acuerdo a cada caso. En los sistemas

autoacondicionantes, tendría que hacerse el grabado ácido previo al esmalte. En dentina si queremos alcanzar una capa más gruesa y resistente se tendrá que aplicar adhesivos que tengan primers ácidos más fuertes con ph de 1 o menos.

## **CAPITULO III**

## Capítulo III

### 1. Conclusión

Mediante la revisión bibliográfica, el análisis de la información encontrada, su síntesis y sistematización, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Existen zonas específicas en los tejidos dentarios que son más afines a la adhesión que otras.
- La adhesión en la dentina superficial es mucho mejor que en la dentina profunda.
- La adhesión es un tipo de retención micromecánica, sin embargo existen otros modos de retención para restauraciones en odontología restauradora que podrían favorecer la permanencia de la restauración.
- Los adhesivos convencionales que aún se utilizan en la práctica odontológica actual tienen un mejor comportamiento a nivel de esmalte.
- Los adhesivos autograbables presentan, de igual manera, un buen comportamiento, siendo su punto fuerte la adhesión a dentina, sin embargo, aún falta su desarrollo en cuanto a la adhesión a esmalte.
- Los adhesivos se manipulan de manera distinta según el tipo de solvente que presenten.
- Existen factores favorables al proceso de adhesión, basados en: superficie del diente, operador y técnica.

## 2. Recomendaciones

Basado en la revisión bibliográfica, se realizan las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda al odontólogo informarse acerca del solvente que presenta el adhesivo con el que trabaja durante la realización de restauraciones directas.
2. Es importante tener en cuenta el lugar donde va hacerse la adhesión y conocer sus características histológicas.
3. No se recomienda la aplicación del sistema adhesivo en dentina profunda con menos de 1mm.
4. Se sugiere que las restauraciones ayuden al adhesivo creando microretenciones.
5. Se aconseja al odontólogo comprender bien las características del sistema adhesivo, respetar los tiempos aconsejados de la aplicación de los mismos por que no es el mismo procedimiento en todos los casos.
6. Si se utilizan adhesivos autoacondicionantes, se recomienda el acondicionamiento ácido previo del esmalte.

# **CAPITULO IV**

## Capítulo IV

### 1. Referencias Bibliográficas

1. - ADAMIAN S y COL. (2001) Effects of residual eugenol from root canal sealers on the retention of resin bonded posts.
2. - ALBERTS B y COL. (1994) *Molecular Biology of The Cell* Third Edition, Garland Publishing, Inc. New York, USA.
3. - AMERICAN SOCIETY TESTING AND MATERIALS "ASTM" (1983) *Annual Book* .
4. - ANUSAVICE K (2000) *La ciencia de los materiales dentales de Phillips* Ed México Interamericana.
5. - AVERY J (1994) *Oral Development and Histology* Second Edition Thieme Medical Publishers Inc. New York, USA.
6. - BARRANCOS MOONEY JC (1999) *Operatoria Dental Bs As Editorial Medica Panamericana*.
7. - BOWEN RL (1962) Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidil acrylate US Patent.
8. - BOYDE A (1963) *Advances in fluorine research and dental caries prevention. An assessment of two new physical methods applied to the study of dental tissues* Oxford Pergamon Press.
9. - BRANNSTROM M (1984) *Smear layer pathological and treatment considerations Oper Dent*.
10. - BUONOCORE MG (1955) A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling material to enamel surfaces *J Dent Res*.

11. - CARRILHO MRO (2002) Efeito da armazenagem sobre as propriedades mecânicas da união resina composta/dentina e seus constituintes Tese de Doutorado (Universidade de São Paulo).
12. - CARVALHO R Y COL. (2000) Effects of prism orientation on tensile strength of enamel. *Journal of Adhesive Dentistry*.
13. - CHANG R (1992) *Chemistry* 4th Ed. Mc Graw-Hill. Inc. USA.
14. - CONSOLARO A (1996) *Cárie Dentária. Histopatologia e Correlações Clínico-Radiográficas*. Editora Consolaro. São Paulo, Brasil.
15. - COSTA CA (1997) Compatibilidad Dentino-Pulpar de los Sistemas Adhesivos. *Odontología Clínica a Fines del Milenio*. Ed. Kent-von Düring. Córdoba, Argentina.
16. - COSTA C (2000) Current status of pulp capping with dentin adhesive systems a review.
17. - COX C (1987) Biocompatibility of surface-sealed dental materials against exposed pulps *Journal Prosthetic Dentistry*.
18. - COX C Y SUZUKI S (1994) Re-evaluation pulp protection: calcium hydroxide liners vs. cohesive hybridization *JADA*.
19. - CRAIG GR (1998) *Materiales en Odontología Restauradora* Harcourt Brace Madrid España.
20. - DAVIDSON C Y ABDALLA A (1994) Effect of occlusal load cycling on the marginal integrity of adhesive class V restorations *American Journal of Dentistry*.
21. - DICC. ENC. SALVAT UNIVERSAL (1985) Salvat Editores Bracelona – España.
22. - DICC. ODONT. FRIEDENTHAL (1981) Panamericana Buenos Aires – Argentina.
23. - DOGON IL y SILVERSTONE LM (1975) *The acid etch technique* St Paul North Central Pub.

24. - FUNKE W (1984) Toward a unified view of the mechanism responsible for paint defect by metallic corrosion *Ind Eng Chem Prod Res Dev*.
25. - FUSAYAMA T (1980) *New Concepts in Operative Dentistry* Quintessence Publishing Co. Chicago Illinois USA.
26. - GARONE NETTO N y GARONE FILHO W (1975) Interfaz resina-esmalte condicionado analizada por microscopio electrónico de varredura.
27. - GARONE FILHO W (1996) Lesoes cervicais e hipersensibilidade dentinaria Atualiação na Clínica Odontológica.
28. - GARONE FILHO W (2002) Adhesión em esmalte e dentina In *Odontologia Restauradora e Laser* Ed Artes Medicas.
29. - GARONE NETTO N (2003) *Introdução á Dentistica Restaurador Adhesivos Dentinarios* capitulo 11 Edit Santos.
30. - GUZMAN BJ (1999) *Biomateriales Odontológicos de uso Clínico* *Ecoe Ediciones* Santa Fe de Bogotá – Colombia.
31. - HAGGER O (1949) Swiss patent 278, 946; British patent 687, 299. Referred for Mc Lean J (2000).
32. - HASHIMOTO M y COL. (2000) In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years.
- 33.- JACOBSEN T y SODERHÖLM KJ (1995) Some effects of water on the dentin bond. *Dent Mater*.
34. - KRAMER IRH y MACLAEN JW (1952) Alterations in the staining reactions of dentin resulting from a constituent of a new self-polymerizing resin *Br Dent J*.
35. - LAZZARI E (1978) *Bioquímica dental*. 2da. Edición. Editorial Interamericana. México.
36. - LEES S y ROLLINS F (1972) Anisotropy in hard dental tissues *Journal of Biomechanics*.

37. - MACCHI RL (1980) Materiales Dentales Fundamentos para su Estudio *Panamericana* Buenos Aires – Argentina.
38. - MACCHI RL (2000) Materiales dentales 3 ed Bs As Editorial Medica Panamericana.
39. - MAIZTEGUI AP Y SABATO JA (1977) Introduccion a la Fisica Kapelusz Buenos Aires – Argentina.
40. - MCLEAN J (2000) Historical overview: The pioneers of enamel and dentin bonding. Adhesion in *The silent revolution in dentistry*. Edited by Roulet J y Degrange M Quintessence Publishing Co, Inc Germany.
41. - MJÖR IA (1997) The reasons for replacement and the age of failed restorations in general dental practice *Acta Odonto Scand*.
42. - MUNECHIKA T y COL. (1984) A comparison of tensile bond strengths of composite resins to longitudinal and transverse sections of enamel prism in human teeth *Journal of Dental Research*.
43. - NAKABAYASHI N (1982) The promotion of adhesion by de filtration of monomers into tooth substrates *Journal of Biomedical Materials Research*.
44. - NEWMAN GV y SHARPE LH (1966) On the wetability of the surfaces: preliminary investigation NJ ST Dent Ass.
45. - NGUYEN T y COL. (1995) Method for measuring water diffusion in a coating applied to a substrate *J Coat Technol*.
46. - NGUYEN T y COL. (1996) Unified model for the degradation of organic coatings on steel in a neutral electrolyte *J Coat Technol*.
47. - PAMEIJER C y STANLEY H (1998) The disastrous effects of the “total etch” technique in vital pulp capping in primates *American Journal of dentistry*.
48. - PASHLEY D (1992) The effects of the acid etching on the pulpodentin complex *Operative dentistry*.; Dentine Permeability: Sealing the dentine in crown preparations *Operative Dentistry*.

49. - PASHLEY D (1996) The effect of dentin bonding procedures on the dentin/pulp complex In Proceeding of the International Conference on Dentin/Pulp Complex Tokyo Quintessence Publishing.
50. - PASHLEY D ( 2001) The use of oxalate to reduce dentin permeability under adhesive restorations.
51. - PAUL SJ y COL. (1999) Effect of water content n the physical properties of model dentine primer and bonding resins *J Dent*.
52. - PEREIRA JC (1997) Ataque ácido na dentina cuando e como? In 6º Livro Anual do Grupo Brasileiro de Professores de Ortodontia e Odontopediatria.
53. - PEREIRA J y COL. (2000) Human pulp response to direct capping with an adhesive system Histologic study.
54. - PEREIRA J y SEGALA A (2002) Sensibilidad post-tratamiento restaurador In Odontología Restauradora e Laser Ed Artes Medicas SP.
55. - PORTO NETO ST y COL. (1999) Evaluación da resposta tecidual após utilización de um sistema adhesivo sobre exposição pulpar.
56. - PRATI C y col. (1999) Effects of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding *Dental Materials*.
57. - QUAGLIANO JV (1958) Chemistry. Prentice – Hall Inc New Jersey – USA.
58. - ROULET JF (1986) Quantitative margin analysis in the scanning electron microscope *Scanning Microscopy*.
59. - SANO H y COL. (1999) Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer in vivo *J Dent Res*.
60. - SHIMADA Y y TAGAMI J (2003) Effects of regional enamel and prism orientation on resin bonding *Operative Dentistry*.
61. -SMITH DC (1967) A new dental cement Br Dent J.
62. - SIGSWORTH P (2001) Bond strength of a self-etching adhesive to contaminated dentin *J Dental Res*.

63. - SILVERSTON y COL. (1981) *Dental Caries, Etiology, Pathology and Prevention* The Macmillan Press Ltda. London.
64. - STEENBECKER O (1998) Apuntes, Factores Físicos – Mecánicos y Adhesión U de Valparaiso – Chile.
65. -STEENBECKER O (1999) Fundamentos y Principios Sobre Adhesión en Odontología Restauradora U del Valparaiso – Chile.
66. - SÜBAY RK (2000) Human pulp reaction to dentine bonded amalgam restorations a histologic study.
67. - TAINTOR JF y COL. (1981) Pain a poor parameter of evaluation in dentistry *Oral Surg.*
68. - TAY FR y COL. (2002) Single-step adhesives are permeable membranes *J Dent.*
69. - TAY FR y PASHLEY D (2003) Aggressiveness of contemporary self-etching systems Depth of penetration beyond dentin smear layer.
70. - URIBE ECHEVARRÍA J (1990) *Operatoria Dental, Ciencia y Practica.* Ediciones Avances Medico-Dentales S.L. Madrid, España.
71. - URIBE ECHEVARRIA D (1997) Dentin action and penetration of dentin conditioners *Journal of Dental Research.*
72. - WILLIAMS DF y CUNNINGHAM J (1982) *Materiales en Odontología Clínica Mundi* Buenos Aires – Argentina.
73. - WILSON AD (1972) A new Translucent Cement for Dentistry the Glass Ionomer Cement *British Dental Journal.*