



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

IMPORTANCIA DE LA APLICACIÓN DEL SELLADO  
DENTINARIO INMEDIATO EN LA ODONTOLOGÍA  
RESTAURADORA ADHESIVA.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

DENNYS DARIANA MENDOZA MEJÍA

TUTOR: Esp. ERNESTO URBINA VÁZQUEZ

Cd. Mx.

2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

### **Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México**

Por permitirme la estancia durante todo mi proceso de formación profesional brindándome una excelente educación, por dejarme ser parte de esta gran casa de estudios. Gracias a cada uno de los Doctores (as) por sus consejos y conocimientos que me brindaron, inculcándome ejercer de esta profesión con paciencia, respeto, ética y responsabilidad.

"Por mi raza hablará el espíritu".

### **A mi tutor**

Esp. Ernesto Urbina Vázquez por haber aceptado ser parte de esta última etapa de mi carrera, así como ser parte fundamental en la realización de este trabajo. Gracias por todo el apoyo, por su orientación en este corto pero muy importante proceso, por compartir sus conocimientos, pero sobre todo por su paciencia.

### **A mi mamá**

Gloria Mejía Montes de Oca porque gracias a ti he llegado a realizar uno de los anhelos más grandes para mí, todo esto ha sido resultado del inmenso apoyo y confianza que depositaste en mí, por todo el esfuerzo y sacrificio que has hecho para hacer esto posible, por ser la definición de amor y comprensión.

### **A mis hermanas**

Verenice y Zaira por su apoyo incondicional, por su paciencia durante este proceso, por sus consejos y motivación. Agradezco a mi sobrina Fernanda por darme momentos muy felices en mis días de arduo trabajo por ser parte de mi motivación para seguir creciendo profesional y personalmente. Te amo pequeña güerita.

### **A mi familia**

En especial a el pilar, mi abuelita Elvira Montes de Oca Jaimes por la ayuda que me brindo durante mi formación profesional. A mi prima Mireya Cervantes por su apoyo incondicional, amor, motivación y momentos inolvidables que me ha brindado. Así como a mis tíos, tías y primos que fueron partícipes durante mi formación.

### **A mis pacientes**

Que me dieron la oportunidad y la confianza de poder brindarles una atención durante mi estancia en la universidad.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>OBJETIVO</b> .....	7
<b>CAPÍTULO 1 ÓRGANO DENTAL</b> .....	8
1.1 Esmalte .....	8
1.2 Dentina .....	11
1.3 Cemento .....	16
1.4 Pulpa dental .....	17
1.5 Ligamento periodontal .....	19
1.6 Complejo dentino-pulpar .....	20
<b>CAPÍTULO 2 EVOLUCIÓN DE LA ODONTOLOGÍA ADHESIVA</b> .....	23
2.1 Reseña histórica .....	23
2.2 Las generaciones de adhesivos .....	24
2.2.1 Primera generación (1970) .....	25
2.2.2 Segunda generación (1970) .....	25
2.2.3 Tercera generación (finales de 1980) .....	26
2.2.4 Cuarta generación (1990) .....	27
2.2.5 Quinta generación (1990) .....	28
2.2.6 Sexta generación (1999) .....	29
2.2.7 Séptima generación .....	29
<b>CAPÍTULO 3 GENERALIDADES DE ADHESIÓN</b> .....	32
3.1 Definición de adhesión .....	32
3.2 Tipos de adhesión .....	33
3.2.1 Adhesión física .....	34
3.2.2 Adhesión química o específica .....	35
3.3 Adhesión a tejidos dentarios .....	36
3.3.1 Adhesión a esmalte .....	36
3.3.2 Adhesión a dentina .....	39
<b>CAPÍTULO 4 FUNDAMENTOS DE ADHESIÓN</b> .....	45
4.1 Aspectos principales de adhesión en odontología .....	46
4.2 Factores que favorecen la adhesión .....	46
4.2.1 Dependientes de las superficies .....	47

4.2.2 Dependientes del adhesivo .....	48
4.2.3 Dependientes del biomaterial .....	48
4.2.4 Del profesional y del personal auxiliar .....	49
4.2.5 De los fabricantes.....	49
4.3 Sistemas adhesivos .....	49
4.3.1 Clasificación de los sistemas adhesivos.....	51
4.3.1.1 Sistemas adhesivos de grabado independiente .....	53
4.3.1.2 Sistemas adhesivos autocondicionantes.....	54
<b>CAPÍTULO 5 ADHESIÓN A SUSTRATOS NO DENTARIOS .....</b>	<b>57</b>
5.1 Adhesión a sustratos metálicos .....	57
5.2 Adhesión a sustratos cerámicos .....	65
5.3 Adhesión a sustratos poliméricos .....	67
<b>CAPÍTULO 6 FUNDAMENTOS DEL SELLADO DENTINARIO INMEDIATO .....</b>	<b>70</b>
6.1 Definición de sellado dentinario inmediato.....	70
6.2. Consideraciones clínicas para realizar la técnica de sellado dentinario inmediato.....	75
6.2.1 Aislamiento absoluto .....	75
6.2.2 Técnica de sellado inmediato dentinario para restauraciones indirectas .....	78
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>81</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>82</b>

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el tratamiento restaurador, se lleva a cabo gracias a la interacción entre el material y la estructura del diente mediante sistemas adhesivos, permitiendo una unión mecánica, biológica, química y funcional, llegando a esto mediante procedimientos y técnicas que fueron desarrollándose a lo largo de la historia de la odontología.

Uno de los conflictos de la odontología restauradora que pretende reconstruir las partes perdidas por las estructuras dentarias duras (esmalte, dentina y cemento) es fijarlas a ellas.

Cualquiera que sea el método de fijación del biomaterial restaurador que se utilice, incluirá la adhesión de éste al diente, ya que tiene básicamente dos objetivos: mantener la restauración en su lugar y lograr un sellado marginal lo más hermético posible, en función de evitar la filtración de bacterias.

Los principios actuales para la adhesión dentinaria están basados en los estudios de Nakabayashi donde se describe por primera la capa híbrida. Esta capa híbrida está formada por la infiltración de los monómeros presentes en los sistemas adhesivos dentro de las porosidades dejadas por el grabado ácido en la superficie de esmalte y dentina.

Este principio es de gran importancia ya que una vez que el agente adhesivo infiltra en la dentina previamente grabada con ácido ortofosfórico al 37% y luego se polimeriza, se logra generar una unión estructural similar a la interfase que existe en la unión amelo-dentinaria, por lo tanto, la formación de la capa híbrida tiene un rol fundamental en la calidad de adhesión que se obtendrá en las restauraciones.

Desde la llegada de la odontología adhesiva, la composición de los materiales y los métodos clínicos utilizados para la adhesión han cambiado. Varios estudios han evaluado diferentes materiales y técnicas adhesivas, y los resultados de estos informes son bastante consistentes.

En un estudio realizado por Pascal Magne encontró que un gran porcentaje de fallas adhesivas se producía a nivel de la capa híbrida cuando se realizaba una cementación adhesiva convencional de restauraciones indirectas, es decir, aplicando el sistema adhesivo justo antes de la cementación definitiva de la restauración. Dos son las causas propuestas por Magne para el fracaso adhesivo en restauraciones indirectas: contaminación de la dentina y colapso de la red de fibras colágenas. Ambos fenómenos son provocados por la exposición de la dentina durante las etapas de impresión y provisionalización.

Para lograr dar una solución a esta problemática, en 1999 Magne propone el concepto de sellado inmediato dentinario, el cual consiste en aplicar el agente adhesivo inmediatamente después de realizar la preparación del diente y previo a la toma de impresión de trabajo.

La técnica de sellado dentinario inmediato es un procedimiento efectivo antes de unir restauraciones indirectas. La aplicación de adhesivo directamente sobre la dentina recién cortada dio como resultado valores de fuerza de unión más altos e interacción química con este tejido. Además de promover el sellado de la dentina, el sellado inmediato dentinario protege contra la sensibilidad y aumenta la fuerza de unión de la dentina y la estabilidad de la interfaz adhesiva.

## **OBJETIVO**

Describir la importancia de la aplicación clínica del sellado dentinario inmediato a través de la evolución y conocimiento actual de la odontología restauradora adhesiva. Con el propósito de mejorar la calidad y el éxito en los procedimientos para las restauraciones unidas indirectamente.



## CAPÍTULO 1 ÓRGANO DENTAL

Al hablar de sellado dentinario inmediato, es importante conocer las características e interacciones que existen entre las estructuras anatómicas e histológicas que integran al diente.

Los dientes son órganos importantes de la cavidad bucal implantados en el borde alveolar del maxilar superior y la mandíbula, entre sus funciones está la masticación, la fonación y articulación de las palabras. Se compone de la corona dental, la parte visible recubierta por esmalte que emerge de la encía, y la raíz dental, que en salud permanece incrustada en el alveolo del hueso maxilar o mandibular. La transición entre la corona y la raíz se denomina cuello del diente, donde el esmalte se adelgaza hacia la raíz.<sup>1</sup>

Los dientes se clasifican según su forma y función, pero su estructura histológica es básicamente la misma. Desde el punto de vista histológico están formados por tres tejidos duros (esmalte, dentina y cemento) y dos tejidos blandos (pulpa y ligamento periodontal).<sup>2</sup>

### 1.1 Esmalte

Es el tejido más duro del organismo, su composición química es 95% matriz inorgánica, de 1 a 2% matriz orgánica y 3 a 5% agua. La matriz inorgánica está compuesta principalmente de cristales de hidroxiapatita de fosfato de calcio y la matriz orgánica son glucoproteínas (no colágenas) como la amelogenina en 96%.

Es el único tejido dentario cuyo origen embrionario es epitelial (ectodérmico), es formado por los **ameloblastos** al inicio de la formación del diente. Este tejido es acelular, avascular y tampoco posee inervación. No tiene capacidad de regeneración. <sup>1</sup>

Algunas de sus propiedades físicas son:

- Dureza. Es sumamente duro e inorgánico, por lo mismo es frágil y de nula elasticidad, la resistencia a los impactos la obtiene de la dentina, tejido más hidratado y elástico en el cual se apoya y le permite amortiguar los impactos masticatorios.
- Color. Es translúcido, la dentina subyacente le da el color blanco o amarillento.
- Radiopacidad. Es el tejido más radiopaco del organismo.<sup>2</sup>

En un corte de diente por desgaste a través del microscopio óptico se puede observar los siguientes elementos estructurales del esmalte:

*Prismas del esmalte.* Son la unidad estructural básica, formada por miles de cristales de hidroxiapatita empacados. Cada prisma se extiende desde la unión con la dentina hasta la superficie del esmalte, tienen forma columnar y están organizados en forma de hileras.<sup>1</sup> Figura 1

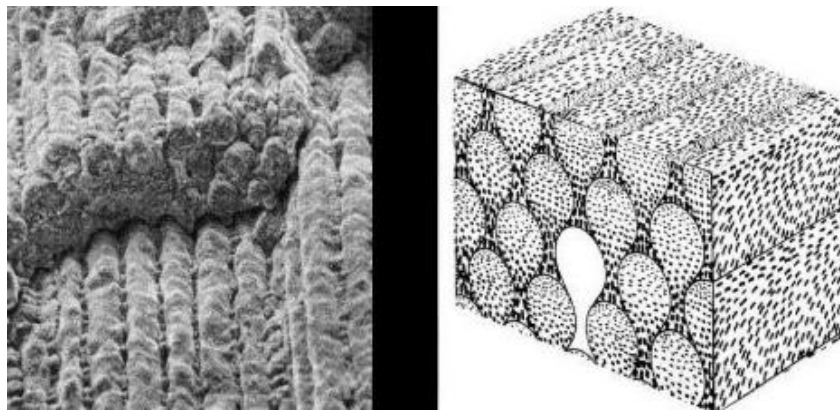


Figura 1 Prismas del esmalte.<sup>3</sup>

*Estrías de Retzius.* Son líneas de crecimiento o de reposo en un corte longitudinal se ven como bandas oscuras que demuestran la forma en que se desarrolla el esmalte, esto es la sucesiva aposición de capas de tejido durante la formación de la corona.

*Bandas de Hunter-Schreger.* Son un fenómeno óptico debido a cambios en la dirección de los prismas. Se observan como bandas alternadas claras (parazonas) y oscuras (diazonas).

Los *penachos del esmalte* o de *Linderer* se proyectan en el esmalte por una corta distancia desde la unión con la dentina, son hipomineralizados y aparentan ramificaciones.

Las *laminillas* semejan “fallas geológicas” se extienden desde la superficie del esmalte y algunas llegan hasta la dentina, son efectos lineales llenos de proteínas del esmalte o de desechos orgánicos.

Las *periquimatías* son unas bandas sobresalientes en la capa más superficial del esmalte paralelas al cuello del diente. son esmalte prismático y desaparecen con la edad.

Las líneas de imbricación de *Pickerill* semejan surcos entre las periquimatías y son de esmalte aprismático (figura 2).<sup>1</sup>

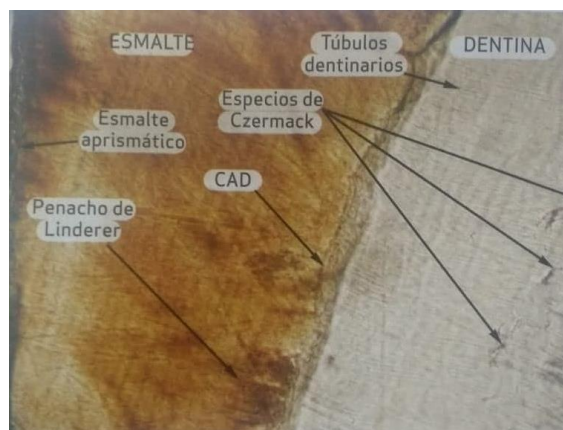


Figura 2 Diente preparado por la técnica de desgaste. Se observan las estrías de Retzius, Penachos de Linderer y conexión amelodentinaria.

## 1.2 Dentina

Es el primer tejido del diente que se forma, de origen mesenquimatoso secretado por los **odontoblastos**. Compone la mayor parte de estructura dental y su composición química es 70% de matriz inorgánica a base de hidroxiapatita, 18% de matriz orgánica a base de fibras de colágena, una pequeña cantidad de aminoácidos: glicina alanina, prolina e hidroxiprolina, colesterol y fosfolípidos, y 12% de agua.

Sus propiedades físicas son:

- Color. Blanco-amarillento (da el color a los dientes y es la que sufre de cambios cuando se expone a blanqueamientos dentarios).
- Elasticidad. Protege al esmalte al amortiguar el impacto durante la masticación.
- Permeabilidad. Es permeable al paso de sustancias de ahí el cambio de coloración por los alimentos o el tabaco).
- Dureza. Es más dura que el cemento y el hueso, pero menos que el esmalte.<sup>1,2</sup>

La estructura fundamental de la dentina es la matriz intertubular y los túbulos dentinarios, la dentina se clasifica de la siguiente manera:

### **Tipos de dentina respecto a su formación**

*Primaria.* Se forma en etapa embrionaria durante el desarrollo del diente, hasta que los dientes erupcionan en la cavidad bucal. Se clasifica como ortodentina, se secreta a una velocidad relativamente alta y forma la mayor parte de la dentina del diente. Tiene una estructura regular y contiene túbulos dentinarios que forman una curvatura primaria en forma de S por el movimiento direccional de los odontoblastos, que tienen una prolongación celular que se extiende desde un borde periférico ancho hacia una capa celular central y estrecha.

*Secundaria.* Se sintetiza a una velocidad mucho más lenta y tiene una estructura menos regular que la primaria; se forma de manera continua toda la vida del diente y reduce la cámara pulpar.

*Terciaria.* O dentina reparadora se deposita como consecuencia de un proceso patológico, como caries o bien a estímulos químicos. Se ha sugerido que la dentina terciaria es secretada por odontoblastos originales o, en caso de muerte, por odontoblastos de sustitución recién diferenciados que surgen de células madre mesenquimatosas próximas. La función de la dentina terciaria es proteger la pulpa de influencias nocivas, tiene una estructura desorganizada en comparación con la dentina primaria y secundaria.<sup>4,5</sup>

### **Tipos de dentina según su localización**

*Dentina intertubular.* Está localizada entre los anillos de dentina peritubular y constituye la mayor parte de la dentina. Compuesta sobre todo por fibrillas colágenas, la orientación de esas fibrillas es aproximadamente perpendicular a los túbulos dentinarios, están bien mineralizadas y proporcionan resistencia tensional a la dentina.

*Dentina intratubular o peritubular.* Reviste las paredes internas de los túbulos, es una forma especializada de ortodentina; es más dura que la intertubular y, por tanto, se disuelve más rápido en ácido. Al eliminar con preferencia la dentina peritubular, los grabadores ácidos utilizados durante el tratamiento restaurador dental y el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) utilizado en el tratamiento endodóntico agrandan las aberturas de los túbulos dentinarios, haciendo la dentina más permeable.

*Dentina interglobular.* Se refiere a la matriz orgánica que permanece sin mineralizar por falta de coalescencia de los glóbulos mineralizantes (figura 3).<sup>4</sup>

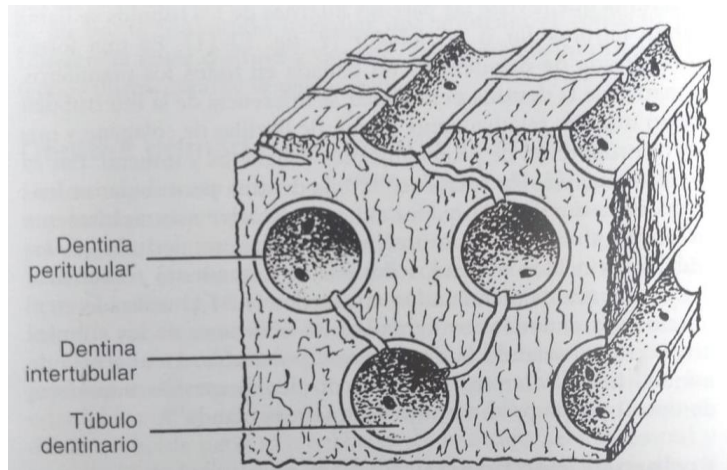


Figura 3 Esquema ilustrativo de la dentina peritubular e intertubular.

### **Túbulos dentinarios**

Ocupan del 1% de la dentina superficial al 30% de la dentina profunda del volumen de dentina intacta, miden entre 1 y 2,5  $\mu\text{m}$  de diámetro atraviesan el ancho de la dentina, desde la unión esmalte dentina (UED) hasta la pulpa. Son ligeramente cónicos, con la porción más ancha situada hacia la pulpa.<sup>4</sup>

En la dentina coronal, los túbulos adoptan una forma de **S**, conforme se extiende desde la DEJ hasta la pulpa. La curvatura en S es el resultado, presumiblemente del apiñamiento de los odontoblastos cuando emigran hacia el centro de la pulpa. A medida que se aproximan a la pulpa, los túbulos convergen debido a que la superficie de la cámara de la pulpa tiene un área mucho menor que la superficie de la dentina a lo largo de la DEJ. Esto conduce a un aumento progresivo de la permeabilidad de la dentina.<sup>1,4</sup>

### **Fluido dentinario**

Alrededor del 1% de la dentina superficial pero cerca del 22% del volumen total de dentina está ocupado por el fluido libre (es decir, cerca de la pulpa). Este es un ultrafiltrado de la sangre presente en los capilares pulpares, y su composición recuerda a la del plasma en muchos aspectos.

El fluido se dirige hacia afuera entre los odontoblastos, en los túbulos dentinarios, y queda bloqueado periféricamente por el esmalte en la corona y el cemento en la raíz.<sup>(4)</sup>

Se ha demostrado que la presión tisular de la pulpa es de aproximadamente 14cmH<sub>2</sub>O (10,3 mmHg). Por tanto, existe un gradiente de presión entre la pulpa y la cavidad oral debido al lento flujo de fluido cuando alguna parte de dentina queda expuesta. La exposición de los túbulos por fractura del diente, o durante la preparación de la cavidad, produce con frecuencia a un movimiento hacia fuera del fluido, hasta la superficie de la dentina expuesta, en forma de gotitas diminutas. La deshidratación de la superficie de la dentina con aire comprimido, calor seco o aplicación de papel absorbente puede acelerar este movimiento hacia afuera. Se cree que el flujo rápido de fluido a través de los túbulos es una de las causas de que la dentina tenga sensibilidad. El lento movimiento externo de fluido dentinario no es suficiente para activar los mecanorreceptores nerviosos responsables de la hipersensibilidad dentinaria.<sup>2,4</sup>

Los productos bacterianos u otros contaminantes, pueden introducirse en el fluido dentinario como resultado de una caries dental, procedimientos restauradores o crecimiento de bacterias bajo restauraciones. Así pues, el fluido dentinario puede actuar como un sumidero, a través del cual las sustancias perjudiciales pueden entrar en la pulpa y generar una respuesta inflamatoria.

Inversamente, el fluido dentinario puede servir como vehículo para la salida de bacterias desde una pulpa necrótica hasta los tejidos perirradiculares.<sup>4</sup>

### **Permeabilidad de la dentina**

Los túbulos dentinarios son los conductos principales para la difusión del fluido a través de la dentina. Puesto que la permeabilidad a los fluidos es proporcional al diámetro y al número de túbulos; aumenta conforme los túbulos convergen en la pulpa (figura 4). La superficie tubular total cerca de la UED es, aproximadamente, 1% del área superficial total de la dentina, mientras que cerca de la cámara pulpar el porcentaje puede llegar a casi el 45%. Así, desde un punto de vista clínico, se debe tener en cuenta que la dentina situada debajo de una preparación de una cavidad profunda es mucho más permeable que debajo de una cavidad superficial, donde la formación de dentina esclerótica o reparadora es insignificante.<sup>4</sup>

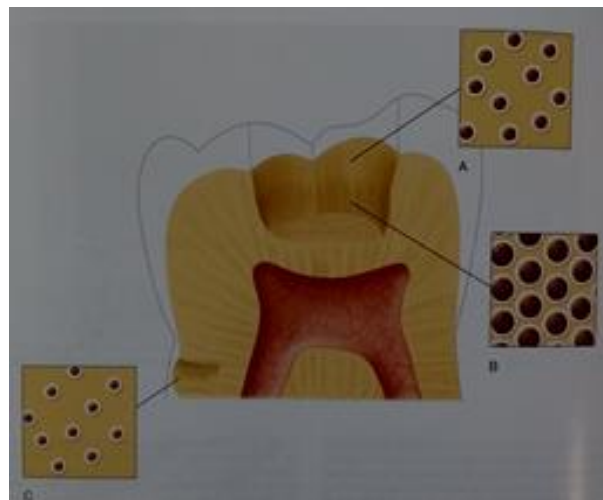


Figura 4 Esquema ilustrativo de la diferencia de tamaño y densidad de los túbulos del piso dentinario entre la preparación de una cavidad superficial (A) y otra profunda (B) en la dentina coronal y (C) en la dentina radicular.



El corte de la dentina durante la preparación de la cavidad o preparación produce residuos por trituración de los microcristales, y esos residuos recubren la dentina y taponean los orificios de los túbulos dentinarios. La capa de residuos se conoce como *smear layer* o barrillo dentinario. Debido al tamaño de las partículas el barrillo dentinario es capaz de impedir que las bacterias penetren en la dentina. La eliminación del smear layer con sustancias ácidas aumenta significativamente la permeabilidad de la dentina, al disminuir la resistencia de la superficie y ensanchar los orificios de los túbulos.

En consecuencia, la inflamación pulpar puede aumentar de forma significativa si las cavidades se tratan con un ácido, a menos que se utilice un producto de unión a la dentina, una base o un recubrimiento de la cavidad.<sup>4</sup>

### 1.3 Cemento

Es una capa delgada, de color blanco nacarado, más oscuro y opaco que el esmalte, pero menos amarillento que la dentina. Está constituido por 46 a 50% de materia inorgánica (principalmente calcio en forma de cristales de hidroxiapatita), 22% de materia orgánica (principalmente colágena tipo I) y 32% de agua. Tiene una dureza semejante al hueso, pero menor a la dentina y al esmalte.<sup>1</sup>

Cubre y protege la totalidad de la superficie radicular del diente, desde el cuello anatómico hasta el ápice. Proporciona la región de anclaje de las fibras del ligamento periodontal (fibras de Sharpey). compensa el desgaste del diente por la atrición o por reabsorción radicular.

El cemento es producido por los **cementoblastos**, que son células parecidas a los osteoblastos. Los cementoblastos se encuentran adosados a la superficie del cemento del lado del ligamento periodontal.

Hay dos tipos de cemento:

- *Cemento acelular o primario*. Comienza a formarse antes de que el diente erupcione, se deposita lentamente, así que los cementoblastos que lo forman retroceden a medida que lo secretan y no quedan células dentro del tejido.
- *Cemento celular o secundario*. Comienza a depositarse cuando el diente entra en oclusión; debido a que se forma con mayor rapidez, se localiza por encima del cemento acelular y por lo general solo se encuentra en el tercio medio o apical de la raíz.<sup>1,2</sup>

#### 1.4 Pulpa dental

Es el espacio más interior del diente, se desarrolla a partir del mesénquima condensado de la papila dental; es un tejido conectivo laxo especializado, ricamente innervado y de consistencia gelatinosa, su tipo celular predominante es el **fibroblasto**. Está compuesta por una población celular sumergida en una matriz orgánica intercelular, a su vez constituida por una sustancia fundamental y por fibras. Anatómicamente puede ser subdividida en: *pulpa coronal*, correspondiente con la corona dental, y *pulpa radicular* contenida en el interior de la raíz anatómica. La pulpa tiene diferentes funciones, entre ellas la formación de la dentina, nutrición e innervación del diente.<sup>2</sup> Figura 5

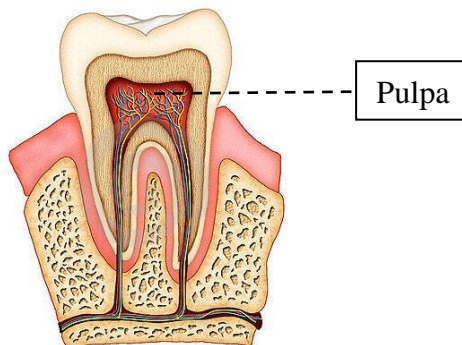


Figura 5 Esquema ilustrativo de la pulpa dental.<sup>6</sup>

La cámara pulpar es única en cada diente y sigue de forma aproximada la anatomía de la corona, aunque no de una forma completamente simétrica.<sup>5</sup>

Las zonas histológicas de la pulpa se describirán a continuación:

*Zona odontoblástica* es la región más periférica de la pulpa sana, es la capa de odontoblastos y se localiza subyacente a la predentina. En esta zona existe una serie de uniones intercelulares especializadas (es decir, complejos de unión) que incluyen desmosomas (zónulas adherentes), uniones en hendidura (nexos) y uniones estrechas (zónulas ocluyentes) que conectan odontoblastos adyacentes.

Las uniones estrechas determinan la permeabilidad de la capa odontoblástica mediante la restricción del paso de moléculas, iones y fluido entre los compartimentos extracelulares de la pulpa y la predentina. Durante la preparación de las cavidades estas uniones se desorganizan y, en consecuencia, aumenta la permeabilidad de la dentina.<sup>1,4</sup>

*Zona pobre en células.* Bajo la capa odontoblástica en la pulpa coronal, existe con frecuencia una zona estrecha, de un ancho aproximado de 40 µm, relativamente libre de células y por ello recibe el nombre de zona pobre en células o capa de Weil. Está formada por capilares sanguíneos, fibras nerviosas amielínicas y las finas prolongaciones citoplasmáticas de los fibroblastos. La presencia o ausencia de esta zona depende del estado funcional de la pulpa.

*Zona rica en células* está compuesta principalmente por fibroblastos, pero también hay células mesenquimatosas (precursores de fibroblastos u odontoblastos); cuando la pulpa se encuentra inflamada o con infección pueden presentarse macrófagos y granulocitos (figura 6).<sup>4</sup>

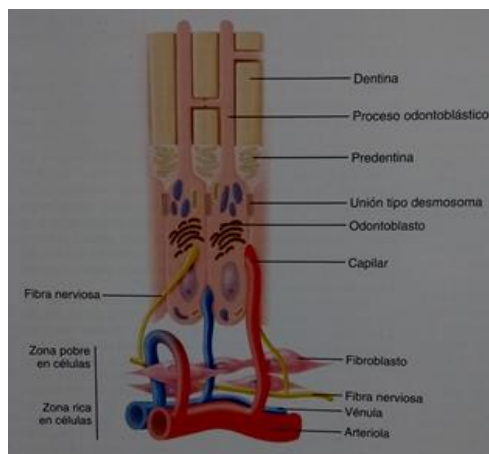


Figura 6 Representación esquemática de la zona odontoblástica y la zona rica en células de la pulpa dental.

*Zona central.* Tejido conjuntivo laxo contiene los vasos sanguíneos y los nervios de mayor tamaño, la célula más destacada en esta zona es el fibroblasto.<sup>4</sup>

### 1.5 Ligamento periodontal

Se denomina periodonto al tejido conectivo que fija al diente en el hueso alveolar. Haces de gruesas fibras colágenas (las fibras de Sharpey), se encuentran insertados en las profundidades del cemento y el hueso alveolar, y se extienden a través del periodonto que fija el diente en el foramen apical y permite cierta amortiguación en el proceso masticatorio, también tiene función resortiva (en hueso o cemento), sensitiva y nutricional.<sup>4</sup>

En el periodonto hay numerosas terminaciones nerviosas encapsuladas pertenecientes a fibras aferentes somáticas del trigémino, por lo que puede registrarse la aplicación de fuerzas de apenas unos pocos gramos sobre un diente (figura 7).<sup>5</sup>

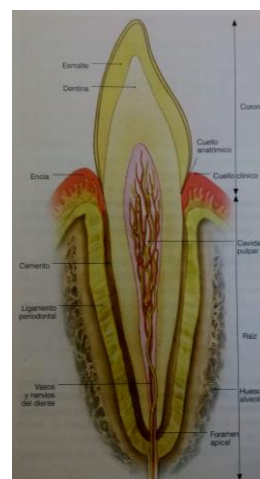


Figura 7 Corte vertical de un diente en el que se esquematiza el ligamento periodontal y cemento

## 1.6 Complejo dentino-pulpar

La pulpa dental y la dentina representan una entidad biológica única. En efecto, a pesar de presentar características morfoestructurales extremadamente diferentes, tal como ya se describió, desde el punto de vista funcional las propiedades de estos dos tejidos están tan estrechamente correlacionadas que a menudo se denominan como *complejo dentinopulpar*.<sup>4,7</sup>

Los **odontoblastos** son un elemento básico de este sistema, se localizan en la periferia del tejido pulpar, con extensiones a la parte interna de la dentina. Es entonces que la dentina no existiría de no ser producida por los odontoblastos y la pulpa dental depende de la protección ofrecida por la dentina y el esmalte.<sup>4</sup>

La dentina es atravesada por los procesos odontoblásticos, que se hacen camino en el tejido en el interior de espacios definidos como túbulos dentinarios. En el espacio periodontoblástico, incluido entre la pared del túbulo dentinario y el proceso del odontoblasto, está contenido el fluido dentinario que puede ser considerado como un trasudado o filtración de los capilares. Es sobre el mismo que se basa la teoría hidrodinámica de la sensibilidad dentinaria.<sup>4,5</sup> Figura 8

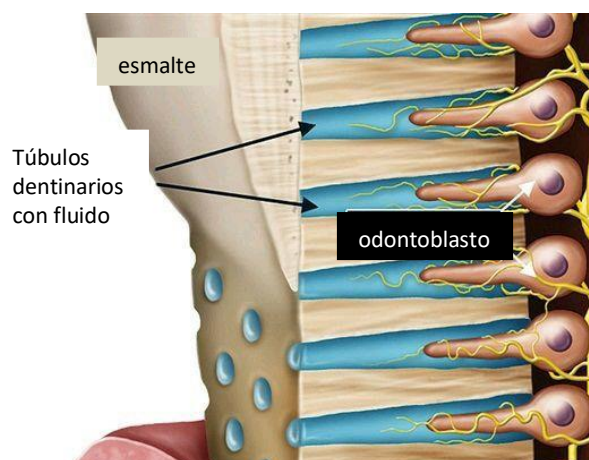


Figura 8 Representación esquemática de un odontoblasto.<sup>8</sup>

Desde el punto de vista clínico, es relevante que el número y el diámetro de los túbulos condicionan enormemente tanto la reactividad como la sensibilidad y permeabilidad de la pulpa: en cada órgano dental, estos disminuyen en número y diámetro, dirigiéndose tanto en sentido coronal como desde la pulpa hacia el esmalte. Lo antes expuesto debe ser tomado en cuenta para todo procedimiento que implique un corte en la dentina, especialmente en la odontología restauradora.<sup>7</sup>

Así mismo, la dinámica integrada del complejo dentinopulpar implica que los impactos en la dentina puedan alterar los componentes pulpaes, y las alteraciones de la pulpa puedan, a su vez, alterar la calidad y cantidad de dentina producida.<sup>4</sup>

Actualmente la odontología se basa en realizar procedimientos de mínima invasión, sin embargo, todavía muchas de las rehabilitaciones están destinadas a involucrar gran parte de uno o varios tejidos del diente. Es el caso de las preparaciones para restauraciones indirectas unidas (ejemplo inlay, onlay, carilla y coronas), que al generar una exposición significativa de la dentina puede ocasionar: irritación del complejo dentinopulpar, lesión térmica y sensibilidad.<sup>9</sup>

Es muy bien sabido que la dentina, gracias a su organización de tipo tubular, representa una débil barrera con respecto a todos los irritantes de tipo externo (por ejemplo, bacterias y sus productos metabólicos). Sin embargo, el tejido pulpar está en capacidad de reaccionar frente a estas agresiones haciendo que la dentina expuesta sea menos permeable tanto fisiológica como microscópicamente (a través de la obliteración de una dentina terciaria), suministrando de esta forma una mayor protección al tejido pulpar. Estas reacciones involucran tanto a la dentina como a la pulpa, bien sea tanto en el desencadenamiento de los procesos como en su resolución.<sup>7</sup>

A la vez, estas restauraciones indirectas requieren de una unión exitosa a la dentina porque la resistencia final del complejo de restauración dental depende en gran medida de los procedimientos adhesivos. Prager, señala que los sistemas adhesivos como agentes recubridores de dentina logran un sellado efectivo y permanente que evitarán la invasión bacteriana, disminuirán la sensibilidad y por lo tanto la pulpa se recuperará.<sup>9</sup>

Estas respuestas por parte del tejido pulpar con respecto a la implicación de la dentina, a través de factores de tipo irritativo, demuestran el extremo dinamismo del complejo dentinopulpar. Por los motivos antes expuestos resulta importante que los operadores logren minimizar el trauma del tejido dentinario, que en consecuencia es inducido durante los procedimientos clínicos.<sup>7</sup>

## CAPÍTULO 2 EVOLUCIÓN DE LA ODONTOLOGÍA ADHESIVA

La odontología adhesiva surgió en función de conferirle mayor confiabilidad al tratamiento dental, sobre la base de oponerse a que la restauración se desprenda de las estructuras dentarias, beneficio que redunda notoriamente en la durabilidad clínica de la restauración en lo concerniente a la dentina sustentándose en su hibridación.<sup>10</sup>

### 2.1 Reseña histórica

El primer intento en lograr adhesión a los tejidos dentales corresponde atribuírselo según Mclean (2000), al químico suizo Oscar Hagger, quien en 1949 patentó en su país un producto basado en el dimetacrilato del ácido glicerofosfórico, que la compañía Amalgamated/De Tray comercializó con el nombre de Sevriton cavity seal (figura 9).<sup>10</sup>



Figura 9 Sevriton cavity seal.

El comienzo real de la Odontología adhesiva se reconoce universalmente en 1955 por Michael Buonocore, quien propuso el tratamiento de la superficie del esmalte con un ácido fosfórico originalmente al 85% para promover la adhesividad adamantina; aplicando así por primera vez en odontología, una práctica ya entonces de uso común. Tal procedimiento



logra revertir la poca o casi nula adhesividad natural del esmalte, proporcionando a su superficie un potencial favorable para la adhesión, derivado de un proceso desmineralizador.

El gran impacto provocado por la introducción de la técnica del grabado del esmalte generó cambios verdaderamente sustanciales en los tratamientos dentales y en la posibilidad de modificar en diferentes aspectos las formas más tradicionales de la terapéutica dental.<sup>11</sup>

En 1962 Rafael Bowen patentó su célebre resina Bis-GMA (producto de la reacción entre un Bisfenol y el metacrilato de glicídilo). De esa manera se dio inicio al desarrollo propiamente dicho de materiales poliméricos capaces de adherirse al esmalte. Newman y Sharpe en 1966 tuvieron que modificar la consistencia del citado material eliminando virtualmente su relleno cerámico, a fin de producir una resina de muy baja viscosidad, la misma que fue la primera en lograr adherirse al esmalte. Así nació el adhesivo dental originario de la gran mayoría de los sistemas adhesivos de uso actual.

Sin embargo, en 1971 se reportó una adhesión clínica consistente lograda en la restauración exitosa de incisivos fracturados, mediante la adhesión de un material polimérico fluido a la superficie del del esmalte acondicionada con ácido fosfórico (Shortall y Wilson, 1988). Sobre esa base, a partir de entonces, las primeras presentaciones comerciales de productos poliméricos restauradores, asociaron un agente adhesivo que en su evolución pasó a ser un sistema adhesivo, teniendo en cuenta que consta de otros compuestos adicionales al originario.<sup>10,11</sup>

## **2.2 Las generaciones de adhesivos**

Los adhesivos han surgido, y continúan haciéndolo de manera tan abundante y frenética; desde sus inicios, han mostrado una gran

variación, no solamente en su composición química, sino también en la resistencia de unión y presentación comercial. Con fines prácticos los adhesivos dentinarios se han clasificado desde el punto de vista generacional de la siguiente manera.<sup>10</sup>

### **2.2.1 Primera generación (1970)**

La unión se buscaba por la quelación del agente adhesivo con el calcio componente de la dentina; si bien había penetración tubular, ésta contribuía poco a la retención de la restauración.

Estaban constituidos por cianocrilatos para la unión química al colágeno de la dentina y NPG-GMA para unirse al calcio de la dentina. Estos productos tenían una resistencia de unión muy baja de aproximadamente 2 a 3 MPa. algunos productos comerciales fueron *Cervident - SS White* y *Creation Bond- Dent-Mat*.<sup>12</sup>

### **2.2.2 Segunda generación (1970)**

Constituidos por ésteres cloro fosforoso unidos al calcio de la dentina e isocianatos para unión química al colágeno de la dentina.

Estos productos intentaban usar la capa residual (smear layer) como substrato para la adhesión. Esta capa se unía a la dentina subyacente a niveles insignificantes y las fuerzas débiles de adhesión de esta "generación" (2 a 8 MPa a la dentina) hacía necesaria la retención en la preparación de cavidades. las restauraciones con márgenes en dentina presentaban exagerada microfiltración y las restauraciones en posterior padecían de considerable sensibilidad postoperatoria. la estabilidad a largo plazo de los adhesivos de esta generación era problemática.<sup>11</sup>

Algunos de estos productos fueron: *Scotchbond - 3M*, *Universal Bond - Caulk*, *Dentin Bonding Agent - J&J*, *Dentin Adhesit - Ivoclar* (figura 10).



Figura 10 Adhesivo dentinario de segunda generación.

### **2.2.3 Tercera generación (finales de 1980)**

A final de los años 80 aparecieron dos sistemas de doble componente: imprimador (primer) y adhesivo. Se caracterizaban porque la manipulación requería múltiples pasos, tratamiento ácido de la dentina, unión química usando (NPG-PMDM, 4-META, HEMA, Oxalatos), unión química al colágeno de la dentina, baja resistencia de la unión: 8 a 15 MPa. El incremento significativo de la fuerza de adhesión a la dentina disminuyó la necesidad de retención en las preparaciones cavitarias.<sup>10</sup>

Las lesiones por erosión, abrasión o atracción pudieron ser tratadas con preparaciones mínimas, dando comienzo a la odontología ultra conservadora. Había disminución de la sensibilidad postoperatoria en las restauraciones oclusales posteriores.<sup>11</sup>

Esta generación fue la primera generación en adherirse no solamente a la estructura dental sino también a metales y cerámicas. La parte negativa de estos agentes de unión fue su corta duración.

Algunos productos fueron: *All-Bond-Bisco*, *C&M Meta-Bond-Parkell*, *Clearfil Bond-J. Morita*, *Gluma-Bayer*, *Scotchbond 2 - 3M* y *Tenure - Den-Mat* (figura 11).<sup>12</sup>



Figura 11 Adhesivo dentinario de tercera generación.

Ninguna de estas generaciones tuvo éxito a largo plazo, por lo que forman parte de la historia de la odontología adhesiva.<sup>10</sup>

#### **2.2.4 Cuarta generación (1990)**

Utilizaban ácido fosfórico y eran llamados sistemas de grabado total. utilizaban un primer y un adhesivo. la unión propuesta era tratamiento ácido de la dentina para remover la capa de desechos y desmineralizar la superficie. El primer penetraba y aumentaba el mojado de la capa de colágeno no remanente creando una capa híbrida colágeno-resina, se producían microporosidades del esmalte y la resistencia de unión era aproximadamente de 17 Y 25 MPa en la dentina. Se observó una disminución de la sensibilidad postoperatoria.<sup>13</sup>

Esta “generación” se caracteriza por el proceso de hibridación en la interfase dentina-resina compuesta. Esta hibridación es el reemplazo de la hidroxiapatita y el agua de la superficie dentinal por resina.

Esta resina, en combinación con las fibras de colágeno remanente, constituye la capa híbrida. La hibridación involucra tanto a los túbulos dentinarios como a la dentina intertubular, mejorando extraordinariamente la fuerza de unión a la dentina.

Algunos productos de esta generación son: *Adper Scotchbond, Multi-Purpose Plus, Adhesive System 3M ESPE, ALL-BOND 2 Y ALL-BOND 3 Bisco, Bond-it Penaron, DenTASTIC all Purpose Pulpdent, Gluma Solid Bond Heraeus, OptiBond FL Kerr Corporation, ProBond DENSTPLY Caulk.*<sup>12</sup>

### 2.2.5 Quinta generación (1990)

La quinta generación en cuanto a la efectividad de la adhesión cumple de manera semejante que los de la cuarta generación. Se diferencia únicamente en que su manejo es más simplificado, porque en lugar de los tres compuestos de su antecesor constan de solo dos: el acondicionador en un frasco y el primer junto con el agente adhesivo en un segundo frasco. Estos materiales se adhieren bien al esmalte, dentina, a la cerámica y a los metales; la sensibilidad postoperatoria también disminuyó. Algunos de los productos son: *Adper Single - 3M ESPE, Excite DSC - Ivoclar Vivadent, PQ1- Ultradent, XP BOND - DENTSPLY Caulk, etc.* (figura 12).<sup>12</sup>



Figura 12 Adhesivos de quinta generación.

### 2.2.6 Sexta generación (1999)

A partir de 1999 surge la sexta generación con Prompt L pop, (figura 13).<sup>12</sup> Esta generación se identifica por haber unido en un solo compuesto la triada: acondicionador, primer y agente adhesivo, son los llamados sistemas adhesivos autograbantes.



Figura 13 Adhesivos de sexta generación, Prompt L pop.

Presentan el acondicionador y el primer (primer-acídico) juntos en una solución y el adhesivo dispensado independientemente. Con ellos se eliminan los pasos del lavado y secado del ácido acondicionador, ya que el grabado se realiza simultáneamente a la infiltración con el primer resinoso. Los valores de adhesión que consiguen son cercanos a los obtenidos con los sistemas de quinta generación. Se distinguen dos tipos: aquellos donde se aplican independientemente el primer ácido y el adhesivo sobre el sustrato dentario y otros donde ambas soluciones se mezclan fuera de boca y se aplican como solución única.<sup>13</sup>

### 2.2.7 Séptima generación

A finales del 2002 se dio a conocer el producto i Bond, (figura 14) conocido como el primero de los de séptima generación, pues, aunque es

muy semejante a los de sexta generación, este si presenta todos sus componentes en un solo frasco y prescinde de toda mezcla, obteniendo también disminución de sensibilidad postoperatoria.<sup>14</sup>



Figura 14 Adhesivos de séptima generación, i Bond.

Se colocan directamente sobre la cavidad preparada y seca. La acidez de este producto produce la disolución del barrillo dentinario, la descalcificación de la capa más superficial de la dentina y la imprimación de las fibras de colágeno; finalmente los monómeros resinosos presentes producen la impregnación o infiltración de la resina, todo en un solo paso. Evita que queden zonas de dentina descalcificada y no impregnada de resina. (Padrós-Serrat JL., 2003).

Entre otras ventajas de esta generación están la desmineralización e infiltración de resina simultáneamente, permiten controlar la evaporación del solvente manteniendo estable la composición del adhesivo, adecuada interacción monómero-colágeno, menos crítico el control de humedad dentinaria. (Valenzuela Aránguiz V., 2012).<sup>13,14</sup>

La proliferación cada vez más intensa de nuevos productos exige que el clínico se mantenga al tanto del tipo de producto que utiliza, a efecto de seleccionarlos apropiadamente. Para ello, se han sugerido varias

clasificaciones de sistemas adhesivos que no sigan la nomenclatura de generaciones impuestas por los fabricantes en función al mercado, sino criterios científicos o modalidades de utilización o adhesión (figura 15).<sup>10</sup>

SISTEMAS ADHESIVOS				
		ACONDICIONAMIENTO TOTAL		AUTOACONDICIONADO
TIPOS	1	2	3	4
Nº DE ETAPAS	4	3	2	1
GENERACIÓN	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup> <sub>a</sub>	6 <sup>a</sup> y 7 <sup>a</sup>
ALGUNOS NOMBRES COMERCIALES	Adper SBMP (3M ESPE) Syntac (Vivadent) All bond 2 y 3 (A+B+resin) (Bisco)	Single Bond 2 (3M ESPE) Excite (Vivadent) All bond 3 (A+B)(Bisco) Prime and Bond NT (Dentsply)	Clearfil SE (Kuraray) Adhe SE (Vivadent) All bond SE (G-II+liner) (Bisco)	Adper Prompt L Pop (3M ESPE) I bond (H. Kulzer) G Bond (3M) S3 Bond (Kuraray)

Figura 15 Clasificación simplificada de adhesivos, modificada de Combe (2009).

La vigencia de los sistemas adhesivos permanece sin primacía de ninguno de los sistemas sugeridos desde 1990 (cuarta generación) en adelante. Incluso se sostiene que la rapidez y la facilidad cada vez son mayores para aplicar los sistemas adhesivos de más reciente aparición en los procedimientos clínicos, proporcionando de igual manera mejor efectividad (De Munck y Van Meerbeek, 2007).<sup>14</sup>



## **CAPÍTULO 3 GENERALIDADES DE ADHESIÓN**

La adhesión, sin lugar a duda, es considerada hoy en día como una de las innovaciones más importantes producidas en el campo de la Odontología y en toda su historia, particularmente en la última mitad del siglo XX.

Actualmente la adhesión se ha vuelto una práctica común que se aplica en un sinnúmero de procedimientos clínicos y de laboratorio como parte de la ciencia odontológica. Los productos y técnicas adhesivas se utilizan para selladores, restauraciones estéticas, restauraciones directas e indirectas, coronas o prótesis parcial fija, entre otros procedimientos importantes dentro de la clínica dental.<sup>10</sup>

### **3.1 Definición de adhesión**

La Real Academia de la Lengua establece que deriva del latín, Adhaesio, y es la fuerza de atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie química.

En el Diccionario Odontológico, Friedenthal, 1981: fenómeno físico consistente en la unión de dos cosas entre sí, quedando pegadas una con la otra. // fuerza que produce la unión de dos sustancias cuando se ponen en íntimo contacto.

Para la American Society for Testing and Materials (ASTM, 1983) la adhesión refiere al “contacto o fenómeno mediante el cual dos superficies de igual o distinta naturaleza se mantienen unidas por las fuerzas interfaciales, sean estas físicas, químicas o por interacción de ambas”. Henostroza 2010.<sup>10</sup>

Jourbet por su parte, en el 2010 describió a la adhesión como el fenómeno por el cual existe aproximación de dos superficies, en el cual se tiene como meta final que una de las superficies no se separe de la otra, aunque no se haya utilizado un material adhesivo para mantenerlas juntas. Entonces mientras las dos partes no se separen, y se mantengan unidas significa que se ha conseguido dicha adhesión.

Es la unión íntima entre dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto, y se mantienen juntas por fuerzas intermoleculares.

Cuando se desea adherir dos superficies, es necesario destacar que uno de los requisitos más importantes es lograr un íntimo contacto entre ambas partes, lo cual no siempre es posible entre dos superficies sólidas. Dado lo anterior se requiere de un elemento adicional que al ser puesto en contacto con ambas superficies pueda armonizarlas y lograr su unión. Este elemento casi siempre, es un material semilíquido que luego de endurecido mantendrá unidas ambas superficies.<sup>10,15</sup>

La adhesión en Odontología Restauradora, significa unir a un sustrato sólido (las estructuras dentales) el biomaterial a aplicar, manifestándose la adhesión como tal en la interfaz diente/restauración.<sup>10</sup>

### **3.2 Tipos de adhesión**

Es necesario señalar los tipos de adhesión que existen para poder comprender más adelante qué tipo es el que interviene en los procesos de unión de los sistemas adhesivos con las diferentes estructuras del diente.

### 3.2.1 Adhesión física

Este tipo de adhesión se logra exclusivamente por traba mecánica entre las partes a unir y la podemos dividir en:

*Macromecánica*: es aquella en que las partes quedan trabadas en función de la morfología macroscópica. Es la que requieren las restauraciones que carecen de adhesividad a los tejidos dentarios. Se logra mediante diseños cavitarios que aseguren una forma de retención o anclaje, más allá de si la restauración es insertada en forma plástica (directa) o rígida (indirecta), respectivamente.

Es importante resaltar que los diseños de las preparaciones cavitarias que buscan otorgar retención o anclaje solo difieren en la inclinación de sus paredes hacia el borde cavo superficial, retentivas las primeras y expulsivas las de anclaje (figura 16).<sup>16</sup>

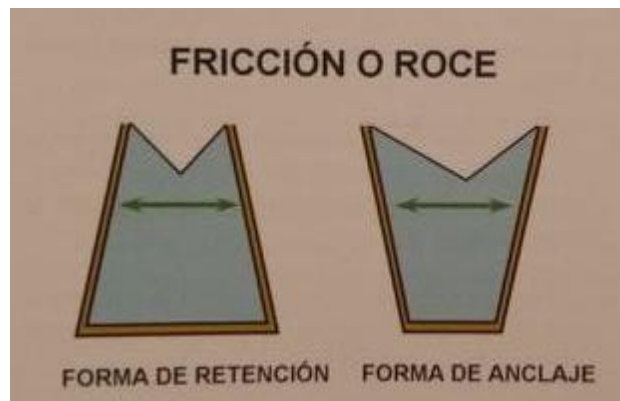


Figura 16 Retención o anclaje por fricción.

*Micromecánica*: es la que se produce cuando la superficie a adherir presenta irregularidades en la superficie y el material que se colocara es capaz de adaptarse o penetra dichas irregularidades. Se logra mediante dos mecanismos en los que están involucrados: la superficie dentaria y los medios adherentes. Dichos mecanismos (efectos) son los siguientes:

*Efectos geométricos* tiene que ver con las irregularidades de superficie que pueden tener dos superficies sólidas en contacto.

*Efectos reológicos* tiene que ver con cambios dimensionales del material que genera tensiones que ayudarán a la adhesión, si sobre una superficie sólida endurece un semisólido o un semi líquido y este cambia dimensionalmente, es posible que por contracción o por expansión se ajuste de tal manera que termine adhiriéndose físicamente sobre él (figura 17).<sup>10,17</sup>

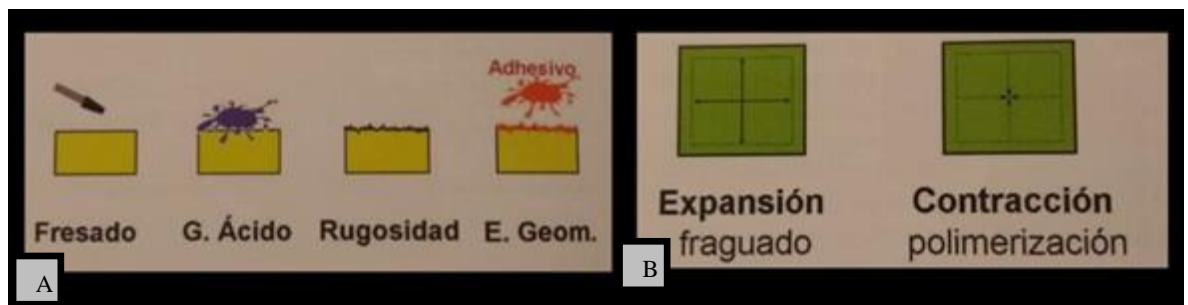


Figura 17 A) efecto geométrico y B) efecto reológico.

### 3.2.2 Adhesión química o específica

Es considerado como el verdadero mecanismo de adhesión, dado que se producen enlaces químicos entre ambas superficies. En este tipo de adhesión podemos encontrar dos tipos de enlaces químicos:

*Enlaces químicos primarios*: son aquellos que se dan entre átomos, siendo enlaces de tipo iónicos, covalentes o metálicos. Este tipo de adhesión se puede encontrar, por ejemplo, en la unión que se genera entre capas de composite.

*Enlaces secundarios:* son uniones débiles, no tienen importancia en la adhesión. Por ejemplo, fuerzas de Van der Waals, puentes de hidrógeno.<sup>17,18</sup>

### **3.3 Adhesión a tejidos dentarios**

Cualquier restauración que se realice puede involucrar como sustrato a uno o más tejidos dentarios: esmalte, dentina o cemento. Así mismo por las características diferentes que presentan en su estructura se describirá como se logra una adecuada adhesión para cada uno de ellos.<sup>15</sup>

#### **3.3.1 Adhesión a esmalte**

La estructura y las propiedades físicas del esmalte fueron descritas en el capítulo uno y son características que deben respetarse mediante los tratamientos adecuados, destinados a preservar las estructuras internas y externas del diente y optimizar la retención y adhesión de los materiales de restauración.

Cabe mencionar que durante mucho tiempo la unidad estructural adamantina fue descrita con la clásica forma prismática hexagonal. Que está presente en el esmalte humano, únicamente en estado embrionario.

En el esmalte mineralizado la estructura adopta un aspecto que recuerda a una herradura, con una cabeza ensanchada en forma de cúpula esférica orientada hacia la unión amelodentinaria, un cuello estrecho y un extremo caudal con terminación irregular, cuando son observadas en un corte transversal a la corona del diente. En los cortes longitudinales se observa en forma lineal, extendiéndose desde la unión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte. Estas imágenes microscópicas conducen a denominar a la unidad estructural del esmalte como *varilla* o *bastón adamantino*.<sup>19,20</sup> Figura 18

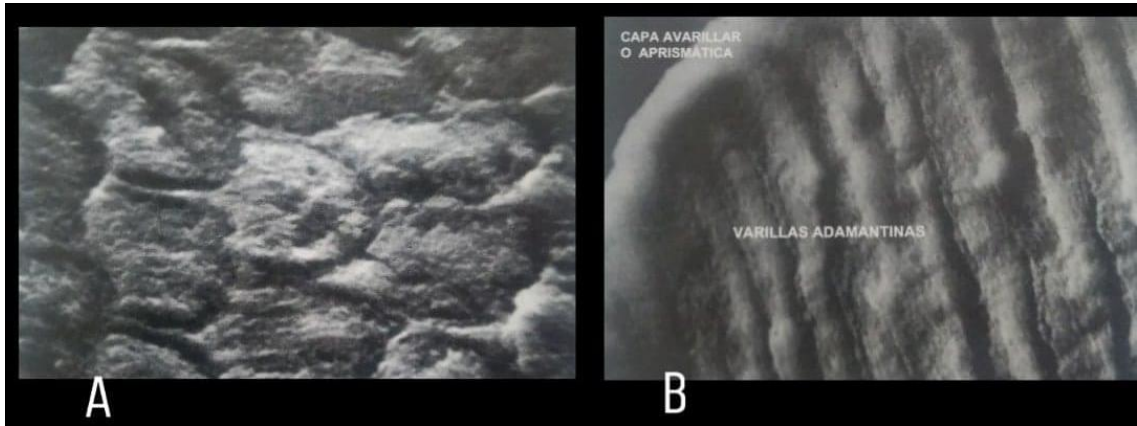


Figura 18 a) Micrografía con microscopio Electrónico de barrido de las varillas adamantinas en un corte transversal. b) Vertiente cuspídea interna bucal con varillas adamantinas terminando en un ángulo agudo hacia la profundidad de la fosa.<sup>10</sup>

El mecanismo fundamental de adhesión de los sistemas adhesivos a esmalte es de naturaleza micromecánica, debido a que los minerales extraídos durante el acondicionamiento ácido son reemplazados por monómeros, que una vez polimerizados generan una traba mecánica.<sup>21</sup>

Buonocore, en 1955, introdujo uno de los mayores avances en la odontología, la adhesión mediante la aplicación previa de una solución de ácido fosfórico en agua, para lograr el “grabado ácido” del esmalte, procedimiento que desmineraliza y disuelve selectivamente la matriz inorgánica de hidroxiapatita de las varillas adamantinas, creando de esta manera las microporosidades.<sup>22</sup>

Los mejores resultados se han obtenido utilizando ácido fosfórico en concentraciones entre 32 y 37 % (Uribe Echevarría, 2010). Cuando el esmalte es acondicionado con esta sustancia ácida se produce una reacción ácido-base que desmineraliza y produce una pérdida irreversible de tejido superficial, con formación de sales solubles de fosfato de calcio.

Dichas sales luego son eliminadas mediante el procedimiento de lavado, quedando una superficie de elevada energía superficial. Si quedaran restos de ácido en la superficie adamantina, éstos pueden seguir actuando y generar un patrón de grabado no favorable.(22)

Otra forma de acondicionar el sustrato adamantino, aunque mediante una acción de menor intensidad, es con la utilización de ácidos débiles en baja concentración (maleico, poliacrílico, etc.), o bien con el uso de monómeros hidrófilos-hidrófugos ácidos. La ventaja de éstos últimos es que no se lavan, las sales formadas quedan incorporadas al tejido y éste no pierde su carga mineral ni su estructura nanométrica. De acuerdo a la disposición de los prismas, al tipo y tiempo de acción del ácido utilizado, se generan diferentes “Tipos o Patrones de Acondicionamiento Adamantino:”

*Patrón Tipo I:* el ácido desmineraliza los cristales de hidroxiapatita de la cabeza de la varilla. El centro de la varilla aparece erosionado, permaneciendo insoluble la periferia.

*Patrón Tipo II:* el ácido desmineraliza los cristales de hidroxiapatita del cuello o del extremo caudal de la varilla. Aparece erosionada la periferia de la varilla, permaneciendo insoluble la zona central.

*Patrón Tipo III:* si el acondicionamiento con ácido fosfórico entre 32 y 37% supera los 15 segundos el patrón se caracteriza por una mayor pérdida de tejido superficial, dejando menor superficie respecto de los patrones I y II. Se produce una erosión generalizada y se configuran imágenes que vagamente recuerdan a la morfología de escamas de pescado o en ojo de cerradura (figura 19).<sup>14,23</sup>

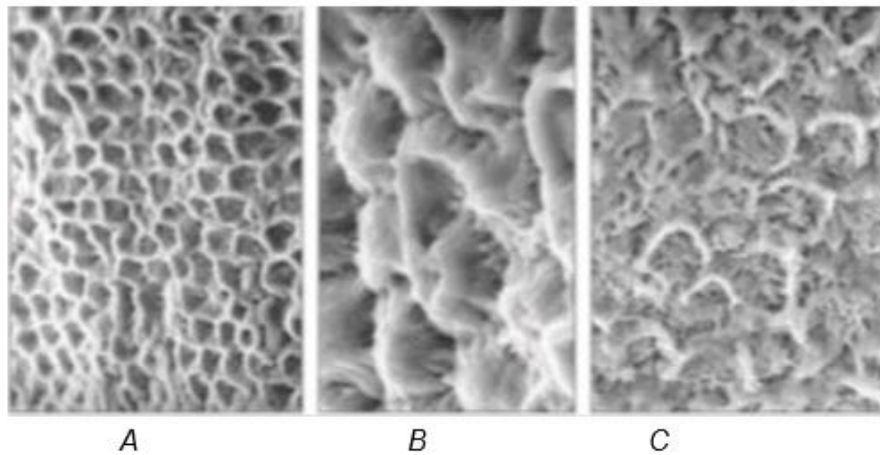


Figura 19. Grabado ácido. A) Patrón tipo I, B) Patrón tipo II, C) Patrón tipo III.

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

Una técnica adecuada de acondicionamiento adamantino proporciona buena adhesión de los materiales poliméricos a la estructura del esmalte y disminución de la filtración de bacterias.<sup>16</sup>

### 3.3.2 Adhesión a dentina

Los mecanismos de adhesión a esmalte son repetibles y predecibles posibilitando lograr éxito clínico, mientras que los protocolos adhesivos y los sistemas de adhesión a dentina todavía son discutidos, impredecibles y algunos no debidamente comprobados, por lo que para lograr adhesión a dentina deberán tenerse en cuenta entre otras, algunas situaciones problemáticas como la contracción de polimerización del sistema



restaurador y el sustrato dentinario mismo, que hacen variar la permeabilidad y la difusión de los agentes adhesivos dentinarios en los diferentes tipos de dentina.<sup>21</sup>

Otro factor desfavorable para la adhesión dentinaria es la presencia de una capa superficial característica que se forma después de la instrumentación de la dentina, por corte o por desgaste. Esta capa consiste principalmente de dentina desorganizada cuyo espesor alcanza 1 a 2  $\mu\text{m}$  se atribuye a Boyde (1963) su denominación de ***smear layer***.<sup>24</sup>

En 1970 David Erick y colaboradores, fueron los primeros en identificar químicamente la mencionada capa y describir su apariencia topográfica, y en 1984 Brannstrom la subdividió en dos capas la externa (*smear on*), que es amorfa y reposa sobre la superficie dentinaria, y una interna (*smear in o smear plug*), formada por partículas más diminutas que se localizan en el interior de los túbulos.<sup>24</sup>

La reconocida virtud de la capa smear layer, relativa a disminuir la permeabilidad dentinaria y por ende a proteger el complejo dentino-pulpar (Pashley 1978), mantuvo una oposición tan cerrada a retirarla rutinariamente, que durante muchos años permaneció ignorada la propuesta de Takao Fusayama (1980) quien fue el primero en preconizar que el tratamiento ácido de la superficie dentinaria, lejos de perjudicarla, favorece su adhesividad.

Denominó grabado total al procedimiento, para destacar que como medio promotor de la adhesión es favorable grabar no solo el esmalte sino también extenderlo a la dentina, para así eliminar el *barrillo dentinario* o la *capa smear layer* y permitir el ingreso del adhesivo en los túbulos dentinarios, quedando trabado mecánicamente dentro de ellos luego de su polimerización. Se consideraba que este mecanismo era el principal

responsable de la adhesión dentinaria y de manera accesoria su impregnación en la superficie intertubular.<sup>25,26</sup>

EL acondicionamiento del sustrato supuso el primer gran avance y quizá hasta el día de hoy el más importante en las técnicas de adhesión a dentina. La técnica de grabado o preparación de la superficie dental no se perfeccionó hasta que en 1987 Fusayama nos describió su técnica de grabado total con ácido ortofosfórico al 37%.<sup>26</sup> Figura 20

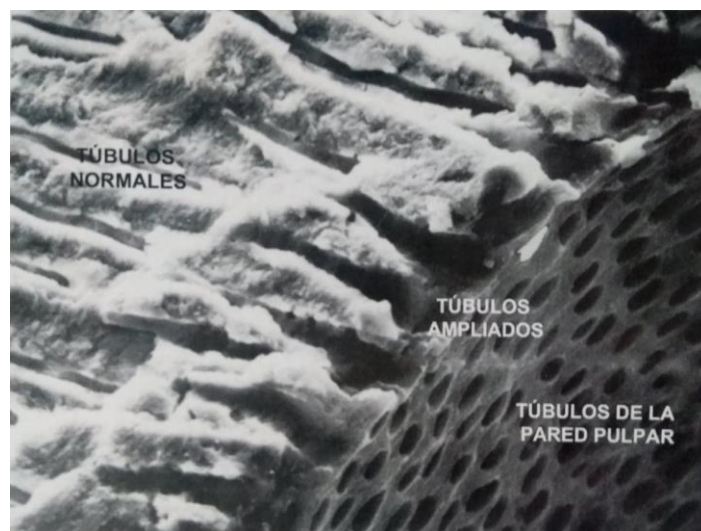


Figura 20 acondicionamiento con ácido fosfórico al 37% aplicado en dentina.<sup>10</sup>

Antes de dar a conocer la técnica de Fusayama, a los odontólogos les causaba pánico tratar la dentina de dientes vitales con ácidos tan agresivos como el ortofosfórico y reservándolo solo para esmalte muy mineralizado, tratando el barrillo dentinario con ácidos más débiles que no comprometieran la vitalidad de los odontoblastos y pulpa subyacente a nuestra zona de adhesión.<sup>25</sup>

Se sabía que, si aplicamos un ácido fuerte a ambas superficies, esmalte y dentina, durante 40 segundos se conseguía una perfecta adhesión a esmalte y una mediocre adhesión a dentina ya que la superficie dentinaria

quedaba limpia de barro dentinario, con la entrada a los túbulos despejada, pero la superficie intertubular e intratubular totalmente lisa.

La aplicación de un ácido fuerte en esmalte y uno débil en dentina conseguía la misma perfecta unión a esmalte y una unión mejor a dentina ya que esta se desmineralizaba y dejaba al descubierto una densa capa de colágeno sin hidrolizar que cubría la dentina intertubular y la dentina de la entrada a los túbulos dentinarios que mejoraba la adhesión.<sup>21,25</sup>

Fusayama consiguió demostrar que se podía grabar con ácidos fuertes durante un tiempo de tan solo 15 segundos y conseguir una adecuada unión del adhesivo al esmalte y una superficie idéntica a la de los ácidos débiles en dentina. La reducción del tiempo grabado es uno de los factores más importantes en una correcta adhesión como se ha demostrado desde entonces hasta trabajos recientes.

El lavado del ácido que actuó, debe ser por un tiempo adecuado, por lo menos igual o bien superior al de su aplicación, y con una fuerza alta para poder penetrar en los poros y remover el ácido y las sales de calcio disueltas en el líquido, ya que más que por remoción directa, se eliminan por dilución del ácido presente en el fondo de las grietas en que está atrapado.<sup>25</sup>

En 1952 Kramer y Mclean, notaron que el producto utilizado por Hagger en su trabajo pionero antes referido, mostraba la tendencia a penetrar la superficie dentinaria y formar una zona intermedia entre la dentina y la restauración.

Ésta fue descrita por primera vez, en 1982, por un equipo liderado por Nobuo Nakabayashi el que después de acondicionar la superficie de la dentina con una solución denominada 10.3 (10% de ácido cítrico y 3% de cloruro férrico) y aplicar sobre ella un adhesivo basado en 4-META

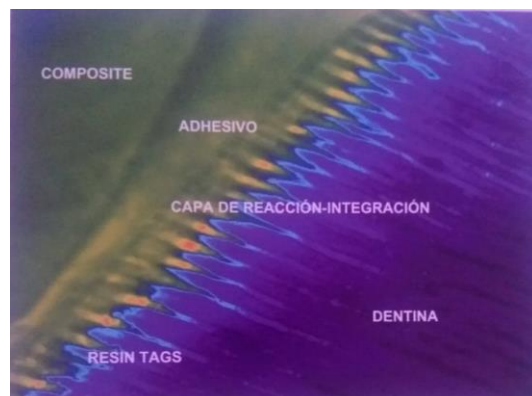
(abreviatura de su nombre en inglés: 4-methacriloyoxiethyltirmellitate anhidryde), observó las características de una capa de 3-6  $\mu\text{m}$  a la que llamo dentina hibridizada o capa hibrida por estar constituida de fibras colágenas y adhesivo, como resultado de la infiltración de este último en estado fluido y su ulterior endurecimiento por polimerización en los intersticios que se derivan de la denudación de las fibras colágenas, merced a que la sustancia mineral que las envuelve queda disuelta por obra del ácido fosfórico. Con ello sostiene, se instaura una cadena polimérica interpenetrante que le provee retención micromecánica al sistema adhesivo.<sup>27,28</sup>

La adhesión a dentina requiere de:

- a) Superficie activa, de alta energía superficial y humectable.
- b) Superficie baja, media o alta permeabilidad y difusión impregnante por el adhesivo.
- c) Interface sellada u obliterada permanentemente.
- d) Compatibilidad físico-químico y biológica.<sup>28</sup>

La adhesión a dentina se logra debido a la formación de la capa híbrida, la cual está conformada por la dentina desmineralizada y la infiltración de un líquido orgánico, con capacidad de polimerizar, entre las fibras colágenas. Parte del líquido, también penetra en los túbulos dentinarios, formando los llamados “tags” de resina. La capa híbrida será entonces la responsable de la adhesión micromecánica de los materiales a base de resinas.<sup>16</sup> Figura 21

Figura 21 Capa de reacción-integración en dentina profunda, donde se visualiza la correcta adhesión con el tejido.<sup>10</sup>



Luego de varios años de desarrollo de diversos mecanismos para lograr adhesión eficaz a dentina, desde hace una década existe consenso en la necesidad de realizar tres acciones sucesivas o simultáneas que permitan: exponer la traba de fibras de colágeno de la dentina intertubular, a lo que se llama “acondicionar”, e involucra una sustancia ácida; “impregnar” esa red expuesta con monómeros hidrófilos y la aplicación de monómeros hidrófugos (“adherir”). La realización en forma simultánea o sucesiva dependerá del sistema adhesivo utilizado.<sup>16</sup>

## CAPÍTULO 4 FUNDAMENTOS DE ADHESIÓN

Partiendo del estudio de la composición y microanatomía de los tejidos duros, así como de la fisiología del complejo dentino-pulpar, se han podido desarrollar nuevas técnicas y nuevos sistemas adhesivos que han ido perfeccionando la unión del material restaurador al diente. Sin embargo, los objetivos de los nuevos sistemas adhesivos siguen siendo los mismos que perseguía Buonocore en los años cincuenta, los que podemos resumir en dos: <sup>13</sup>

- Conseguir una unión suficientemente resistente y duradera del material restaurador al diente.
- Conseguir una interfase diente-restauración cerrada, con un sellado correcto de esta interfase.

Al revisar la literatura los avances han sido significativos en lo que respecta a unión del diente con el material restaurador. Los estudios realizados por Assmussen en 1988 consideraban como una adecuada resistencia para la interfase adhesiva sometida a fuerzas tangenciales, una tensión de 10-12 MPa, ya que fuerzas superiores podían producir un fallo cohesivo y no adhesivo.

Gracias a los avances tecnológicos las fuerzas de adhesión que se manejan con los sistemas adhesivos actuales superan con garantías los 20 MPa en dentina, llegando algunos a alcanzar los 43-45 MPa. <sup>13,14</sup>

En cuanto al segundo objetivo, al revisar la literatura acerca de estudios de filtración, algunos autores llegan a la conclusión que independiente del adhesivo que estén estudiando el anular totalmente la filtración, sea micro o nanofiltración es actualmente imposible. <sup>13</sup>

## 4.1 Aspectos principales de adhesión en odontología

La odontología adhesiva, gracias a sus mecanismos de acción que permiten una verdadera adhesión a las estructuras dentarias hizo posible la modificación esencial de los conceptos que sustentan la extensión de las preparaciones cavitarias, tomándolas más conservadoras.

La adhesión a las estructuras dentales se obtiene cumpliendo tres etapas sucesivas bien definidas.<sup>29</sup> Figura 22

*Preparación de la superficie* para recibir el adhesivo, logrando básicamente con ello la remoción selectiva de hidroxiapatita tratándose del esmalte o de smear layer en dentina.

*Aplicación de monómeros* que se infiltran en los espacios dejados por la remoción de la hidroxiapatita y smear layer.

*Transformación* de los monómeros líquidos en polímeros sólidos, mediante una reacción química que es activada por un proceso físico y/o químico.



Figura 22 Fundamentos para lograr adhesión, (Garrofe A, 2014).<sup>16</sup>

## 4.2 Factores que favorecen la adhesión

La colocación de restauraciones dentales implica el manejo de biomateriales adhesivos que abarcan una gama bastante amplia, debemos tener el conocimiento de los factores que nos ayudan a efectuar de mejor manera su aplicación clínica.<sup>30</sup>

#### **4.2.1 Dependientes de las superficies**

*Limpias y secas:* en el caso de adhesión a estructuras dentarias, el esmalte es fácil de limpiar y secar; en cambio, en la dentina se encuentran dificultades para realizar ambas cosas. Resulta difícil de limpiar por su misma naturaleza y difícil de secar, de un lado por la presencia de líquido que exuda constantemente de los túbulos dentinarios cortados (por muy cubierto de smear layer que se encuentre); y por otro, que de hacerlo significaría modificar el equilibrio hídrico del túbulo, lo cual es causa desde el dolor postoperatorio hasta una mortificación pulpar.

*En contacto íntimo:* lo mejor que se adapta a un sólido es un líquido; por lo tanto, el biomaterial restaurador o su medio adhesivo deberían serlo. Si no hay íntimo contacto, las reacciones químicas y las trabas mecánicas no se produjera.

*Con alta energía superficial:* mientras más alta sea esta energía, mayor será la potencialidad de atraer hacia su superficie tanto biomateriales restauradores como sus sistemas adhesivos.

*Potencialmente receptivos a uniones químicas:* el esmalte y la dentina lo son. El esmalte a través de los radicales hidroxilos de la hidroxiapatita, y la segunda a través de los mismos, además de los radicales presentes en las fibras colágenas: carboxilos, aminos y calcio.

*Superficie lisa o rugosa:* desde el punto de vista de la adhesión física es indispensable que la superficie sea irregular para que el adhesivo se trabee al endurecer en contacto con ella. En cambio, desde el punto de vista de la adhesión química es preferible una superficie lisa en donde un adhesivo pueda correr y adaptarse sin dificultad.<sup>10,14</sup>



#### **4.2.2 Dependientes del adhesivo**

Hay tres formas diferentes de referirse a una misma propiedad: *con baja tensión superficial*: mientras menor sea ésta, mejor posibilidad de que el adhesivo humecte (moje) a los tejidos dentarios, logrando con ello un mejor contacto que favorezca uniones físicas y químicas. *Con alta humectación o capacidad de mojado*: mientras más humectante sea el biomaterial a aplicar o sus sistemas adhesivos, mejor será el contacto favoreciendo con ello sus potenciales uniones físicas y químicas. *Con bajo ángulo de contacto*: mientras menor sea éste. Mejores posibilidades de humectación, de contacto físico y de reactividad química.

*Con alta estabilidad dimensional*: ya sea el momento de endurecer o una vez endurecido, frente a variaciones térmicas, frente a su propio proceso de endurecimiento frente a tensiones que intenten deformarlo.

*Con alta resistencia mecánica química adhesiva*: que lo hagan soportar las fuerzas de oclusión funcional y el medio oral.

*Biocompatibilidad*: aunque resulte obvio, este es un requisito para todos los materiales que se aplican en odontología. Es importante que se dé la compatibilidad biológica con el diente, así como con los tejidos bucales y el paciente en sí mismo.<sup>10,11</sup>

#### **4.2.3 Dependientes del biomaterial**

De fácil manipulación y aplicación

Con técnicas adhesivas confiables.

Compatible con los medios adhesivos a utilizar.<sup>10</sup>

#### **4.2.4 Del profesional y del personal auxiliar**

El profesional debe tener conocimiento del material que vaya a utilizar. Esto implica la identificación de cómo funciona, que elementos requiere para su uso, la capacitación del personal involucrado en su manejo (esto incluye al asistente) y el entrenamiento necesario para su correcta manipulación.

Existe un factor que reviste de gran importancia y muchas veces no es tomado en cuenta por el odontólogo: la presencia de aceite en el spray en sus turbinas y la presencia de aceite y/o agua en el aire de la jeringa, puesto que con ello se contamina seriamente las superficies dentarias en tratamiento, impidiendo que sean receptivas de todo sistema adhesivo, y consecuentemente disminuyendo e incluso anulando la adhesión que se pretende lograr. De existir presencia de agua en el aire de la jeringa triple, es evidente que no podrá secar adecuadamente las superficies dentinarias. Recuérdese que un esmalte limpio y grabado ha aumentado su energía superficial y puede atraer una capa mono molecular de agua, disminuyendo una mejor traba mecánica o una reacción química.<sup>11,14</sup>

#### **4.2.5 De los fabricantes**

Con productos probados (tanto en el laboratorio como clínicamente), de alta durabilidad, con instrucciones claras y precisas, de bajo costo, fácil almacenamiento y prologada vida útil. También es importante registrar su aprobación por los institutos encargados de su certificación y aprobación de uso.<sup>10</sup>

### **4.3 Sistemas adhesivos**

Los sistemas adhesivos son un grupo de biomateriales que constituyen uno de los puntos críticos dentro de los protocolos clínicos de restauraciones estéticas. En este sentido, los estudios sobre adhesión a

los distintos sustratos dentarios constituyen gran parte de las investigaciones realizadas en odontología con el objetivo principal de alcanzar que aquel sistema sea capaz de cumplir con los tres objetivos de la adhesión dental propuestos por Norling en 2004, los cuales son:<sup>31</sup>

- Conservar y preservar más estructura dentaria.
- Conseguir una retención óptima y duradera.
- Evitar microfiltraciones.

Los componentes fundamentales que forman un sistema adhesivo, teniendo en cuenta que puede haber variaciones de composición entre las distintas marcas comerciales, son:

*Agente grabador:* Los más utilizados son ácidos fuertes (Ortofosfórico al 37%) con la técnica de grabado total de Fusayama. También se siguen usando en la composición de los primeros ácidos débiles (por ejemplo, cítrico, maleico). Por último, nos encontramos con las nuevas resinas acídicas (Phenil-p, MOP) que actúan como grabadores en los modernos adhesivos autograbantes.

*Monómeros hidrófilos:* Son las encargadas de conseguir la unión a dentina aprovechando precisamente la humedad de este sustrato. En estricto rigor son moléculas bifuncionales que tienen 2 brazos, uno es el radical alcohólico (OH) que es el hidrófilo y el otro es un radical metacrilato que tiene afinidad con el adhesivo o resinas hidrofóbicas. Ejemplos de estos monómeros hidrófilos son HEMA, META.

*Adhesivo o resinas hidrofóbicas:* Aunque son poco compatibles con el agua su función en los sistemas adhesivos es doble, por un lado, conseguir una buena unión a la resina compuesta que también es hidrofóbica y por otro conseguir que la interfase adhesiva tenga un grosor suficiente para que soporte el estrés al que va ser sometida, ya que suelen ser más densos que las resinas hidrofílicas.

*Activadores:* Son los encargados de desencadenar la reacción en cascada de la polimerización. Básicamente nos encontramos con dos, los fotoactivadores que son las camforoquinonas o la fenilpropandiona y los quimioactivadores como el complejo amina-peróxido. En algunas ocasiones se encuentran asociados ambos tipos de activadores y estamos entonces ante un adhesivo de curado dual.

*Relleno inorgánico:* Este componente no aparece en todos los adhesivos, pero en los que lo hace pretende reforzar a través del nanorelleno y conseguir así un adhesivo con propiedades mecánicas mejoradas. Con este tipo de adhesivos es más fácil conseguir un adecuado grosor de capa pues son menos fluidos.<sup>11,13,31</sup>

*Solventes:* Los sistemas adhesivos contienen un solvente, necesario para facilitar las etapas iniciales de su aplicación, ayudando a los monómeros del “primer” a penetrar en la dentina húmeda. Los solventes deben ser eliminados antes de su polimerización. Los solventes utilizados en las formulaciones de los adhesivos son: acetona, alcohol (etanol) y agua, siendo este último el menos volátil. Aquellos sistemas adhesivos que contienen agua o etanol como solventes evitan una excesiva deshidratación de la dentina provocando de esta manera un colapso menor de la trama colágena y facilitando de esta manera la óptima infiltración de dicho adhesivo.<sup>21</sup>

#### **4.3.1 Clasificación de los sistemas adhesivos**

Durante las últimas décadas, los sistemas adhesivos han recibido diferentes clasificaciones de acuerdo a su composición y formas de presentación. Sin embargo, una de las formas más simples (Van Meerbeek et al., 2003), es utilizar una primera instancia que los diferencie según el tipo de acondicionamiento del tejido, en dos grandes grupos:

- a) Sistemas adhesivos de grabado independiente (“*etch-and-rinse*”).
- b) Sistemas adhesivos de autograbado o autoacondicionantes (“*self-etch*”).<sup>21</sup>

Luego, se les clasifica según la cantidad de envases, en función de la composición y forma de uso: adhesivos de uno, dos o tres pasos. En el caso de los sistemas autoacondicionantes o de autograbado, una segunda clasificación permite agruparlos según el grado de acidez (pH), en función del tipo de monómeros ácidos que contienen. Y, por último, pero no menos importante, todos los sistemas adhesivos se pueden clasificar en función del mecanismo de activación de la polimerización, y también por la cantidad de dosis que contiene el envase (mono y multidosis, figura 23).<sup>16</sup>






Tipo de acondicionamiento	Ácido-Primer-Bond	Generación	Polimerización	Cantidad de dosis	pH
Grabado independiente “etch-and-rinse”	 Ácido, Primer, Bond	4ta.	Fotocurado Autocurado Curado Dual	Mono-dosis	El ácido fosfórico es un ácido fuerte
	 Ácido, Primer+Bond	5ta.			
Autograbado “self-etch”	 Primer autoacondicionante, Bond	6ta.		Mono-dosis	
	 Adhesivo de autograbado que requiere mezcla	7ma.		Multi-dosis	Débiles
	 Adhesivo de autograbado			Fuertes	

Figura 23 Clasificación de sistemas adhesivos.

La utilización de envases monodosis tiene mayores beneficios que los multidosis ya que: a) se evita la evaporación del solvente cada vez que se abre el frasco, b) se prescinde de agitarlos para mezclar los componentes y c) se evita la contaminación cruzada al manipular los frascos; el único inconveniente es su costo elevado (Garone Filho 2010).<sup>21</sup>

#### **4.3.1.1 Sistemas adhesivos de grabado independiente**

Este grupo de sistemas adhesivos, comercializados desde los años '90, incluyen como primer paso el grabado total ("*etch-and-rinse*") mediante la aplicación de una solución acuosa de ácido, (técnica de grabado ácido), que requiere el lavado y posterior secado del sustrato.

Los objetivos del acondicionamiento ácido del esmalte son: 1) limpiar la superficie, 2) crear microporosidades por la disolución selectiva de los cristales de hidroxiapatita, y 3) aumentar la superficie de adhesión y facilitar que el esmalte exprese su elevada energía libre superficial.

Para el acondicionamiento se utiliza ácido fosfórico en una concentración entre 32 y 37% (pH=0,6), pudiendo presentarse en forma de líquido, jalea o gel (se prefiere éste último ya que facilita su colocación controlada en áreas determinadas).<sup>11,21</sup>

En la dentina la aplicación de ácido fosfórico al 37% desmineraliza por completo la superficie de dentina intertubular (en un espesor de 5-8  $\mu\text{m}$ ) para crear porosidades nanométricas que da lugar a la posterior infiltración de monómeros entre las fibras colágenas (Pashley D et al., 2011).

El segundo paso, es la aplicación de un promotor de la adhesión ("primer") que contiene monómeros hidrófilos, como por ejemplo HEMA

(hidroxi-etil-metacrilato), disueltos en un solvente (alcohol, acetona o agua). La molécula tiene una terminación hidrófila con radicales  $-OH$  y  $-COOH$  que tienen afinidad por el agua y facilita su penetración en la dentina húmeda; y otra terminación hidrófuga con terminaciones  $-HC=CH_2$  (el doble enlace le permite polimerizar con el adhesivo). La resina HEMA es responsable de mejorar la humectabilidad y promover la reexpansión del colágeno; y los solventes son capaces de desplazar el agua de la superficie de la dentina, preparando de esta manera la red de colágeno para la posterior infiltración de la resina adhesiva ("bond").<sup>16,17</sup>

Finalmente, el tercer paso corresponde a la colocación del adhesivo propiamente dicho ("bond") que contiene una resina hidrófuga como el BIS-GMA, y una pequeña cantidad de monómeros hidrófilos, no solo en los espacios intertubulares, sino también dentro de la dentina tubular (figura 24).<sup>16</sup>

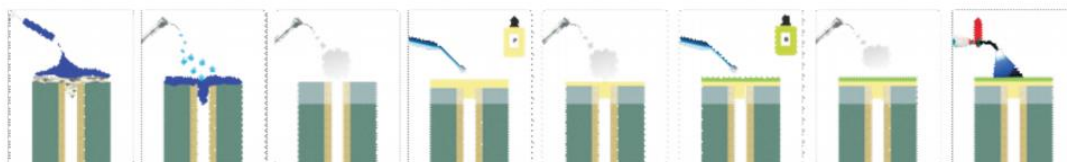


Figura 24 Pasos operatorios para la aplicación del sistema convencional.

#### 4.3.1.2 Sistemas adhesivos autocondicionantes

O sistemas adhesivos de autograbado ("self-etch"). Los sistemas adhesivos de autograbado probablemente fueron impulsados por la demanda del mercado de simplificar los pasos operatorios; aunque los clínicos han demostrado cierta preocupación en que esto no sacrifique la resistencia y la calidad de unión al esmalte y/o dentina.<sup>21</sup>

A diferencia de los sistemas de grabado independiente, éstos contienen ácidos débiles en baja concentración y monómeros acídicos que

simultáneamente graban e impregnan el sustrato dental, por lo que el barrillo dentinario y la hidroxiapatita disuelta quedan incorporados en la capa híbrida.

Este procedimiento adhesivo disuelve el barrillo dentinario (“smear layer”), no lo elimina, por lo que todos los productos disueltos forman parte de la capa híbrida, de menor espesor, la cual no está conformada por dentina desmineralizada. El agua es un componente esencial en estos adhesivos para generar los iones de hidrógeno necesarios para producir una efectiva desmineralización del barro dentinario y los tejidos duros (Ohno et al., 1998).<sup>11,17</sup>

Algunos autores recomiendan el grabado selectivo, con ácido fosfórico, del esmalte de los márgenes de la cavidad, seguido de la aplicación del sistema adhesivo de autograbado en esmalte y dentina (Van Meerbeek et al., 2011). Se pueden considerar dos ventajas de los sistemas de autograbado: a) infiltración completa y uniforme, debido a que la desmineralización y la infiltración de la resina ocurren en simultáneo; b) no hay riesgo de que las fibras colágenas se deshidraten y colapsen ya que no se requieren las etapas de lavado y secado (Aguilera et al., 2001).

Una de las formas de presentación de los sistemas adhesivos de autograbado corresponde a un envase del “primer autoacondicionante” y un segundo envase que corresponde al “bond” (adhesivos de dos etapas con autoacondicionamiento o de 6ta. Generación, figura 25).<sup>16,23</sup>

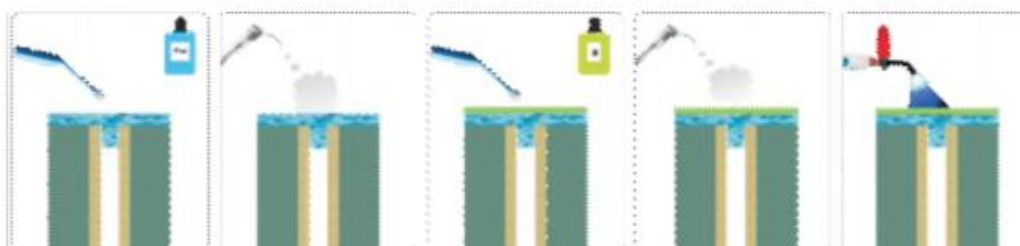


Figura 25 Pasos operatorios que ejemplifican el uso de sistemas adhesivos de autograbado multienvase (6ta. generación).



Posteriormente surgieron los adhesivos de una sola etapa, los cuales pueden requerir la mezcla de dos compuestos antes de su utilización, por lo que se presentarán en dos envases (figura 26), los cuales son considerados, teóricamente, los de mayor tiempo de vida útil (Van Meerbeek et al., 2011).<sup>16</sup>

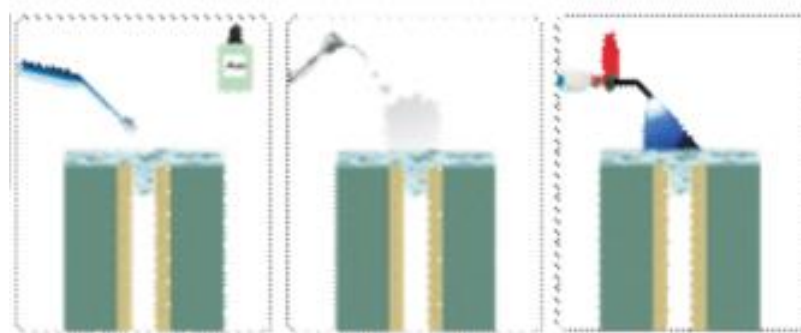


Figura 26 Pasos operatorios que ejemplifican el uso de sistemas adhesivos de autograbado -con mezcla- (7ma. generación).

Otros se presentan en un solo envase sin necesidad de mezcla (adhesivos de una etapa, figura 27). A su vez, muchos autores clasifican los sistemas adhesivos autoacondicionantes de acuerdo al grado de acidez de dichos monómeros en: a) fuertes ( $\text{pH} \leq 1$ ), b) intermedios ( $\text{pH} 1,5$ ), c) débiles ( $\text{pH} \geq 2$ ).<sup>16</sup>

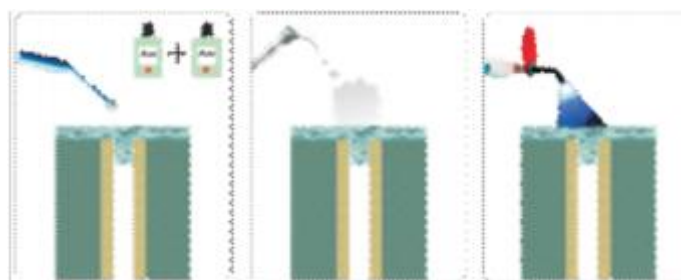


Figura 27 Pasos operatorios que ejemplifican el uso de sistemas adhesivos de autograbado sin mezcla.

## **CAPÍTULO 5 ADHESIÓN A SUSTRATOS NO DENTARIOS**

Es fundamental conocer la correlación existente entre la composición, estructura y propiedades de los biomateriales de uso dental, así como también el modo de aplicación y las indicaciones para el uso en tratamientos de reproducción, ejecución de estructuras y restauraciones en fase clínica, identificando el mecanismo de funcionamiento de los materiales y la manera de como estos llegan al nivel de optimización.<sup>10</sup>

Se debe tener en cuenta que los sistemas adhesivos han sido fruto de investigaciones que derivaron en el desarrollo de nuevas y eficaces formulaciones para tener una integración estructural del material de restauración con el sustrato al cual se quiere adherir (diente), y así funcionar mecánicamente como una unidad.

Es por esto que los procedimientos odontológicos hacen necesario contar con recursos y metodologías confiables para lograr adhesión a sustratos no dentarios. Esta situación se presenta en la confección o reparación de restauraciones indirectas metálicas, cerámicas, poliméricas, restauraciones protésicas e incluso en otras áreas de la odontología como la ortodoncia.<sup>13,23</sup>

### **5.1 Adhesión a sustratos metálicos**

La idea de lograr uniones adhesivas y micromecánicas entre estructuras metálicas y poliméricas, surge ante la necesidad de disponer de sistemas y cementos adhesivos que permitan una unión resistente y duradera entre las restauraciones metálicas y el sustrato dentinario (figura 28).<sup>10</sup>



Figura 28 Restauración metal cerámica

Diversas formulaciones de cementos adhesivos permiten su empleo en el procedimiento de cementación de restauraciones metálicas, así como en técnicas para la unión de frentes estéticos poliméricos a superficies metálicas.

Debe tenerse en cuenta que en estos procedimientos se preparan los sustratos metálicos para la unión con polímeros. Las técnicas son básicamente similares tanto para el procedimiento de anclaje adhesivo de frentes poliméricos estéticos, como para la unión adhesiva con agentes cementantes a emplear en la fijación clínica de las restauraciones

Se han diseñado diferentes métodos para lograr la unión entre el sustrato metálico y el polimérico. Los diferentes sistemas empleados para este tipo de situación adhesiva incluyen:<sup>10,32</sup>

- Unión mecánica

Se refiere a la incorporación de ansas, ángulos retentivos, perlas, mallas, escamas, perforaciones con la intención de lograr una retención del material polimérico o del material cementante (figura 29). Este tipo de unión es pobre y fácilmente permite la percolación de fluidos en la

interfaz, ocasionando cambios en las características ópticas del conjunto y desprendimiento.<sup>32</sup>



Figura 29 Prótesis fija con retenciones mecánicas.

- Unión micromecánica

A diferencia de la anterior, se busca un tratamiento de superficie que produzca una rugosidad superficial microscópica y la generación de microporos que puedan lograr una retención efectiva del sustrato polimérico.

Son dos las técnicas empleadas para el logro de retención micromecánica: microabrasión y grabado electrolítico.

- a) Microabrasión

La superficie mecánica es sometida a la acción de partículas de óxido de aluminio proyectadas con aire a presión. El procedimiento se puede realizar con un “arenador” de laboratorio o mediante un “micro-arenador” en un ambiente clínico. Ellos proyectan un chorro de óxido de aluminio, con un tamaño de partículas en el orden de los 50 micrómetros, bajo una presión de aire de 60 a 80 libras por pulgada cuadrada. La superficie

metálica adquiere un aspecto mate sin brillo, y, con visión a aumento, se observan microporos y rugosidad (figura 30).<sup>32</sup>



Figura 30 Micro-arenado de superficie de infraestructura metálica de prótesis fija

La técnica de microarenado puede ser considerada una operación de rutina en la cementación, es decir, toda estructura a cementar; metal-cerámica (figura 31) o polimérica, debe ser previamente arenada. Se utiliza solo óxido de aluminio blanco (importante si está involucrada la estética) de 50 micrómetros de tamaño de partícula.<sup>32</sup>

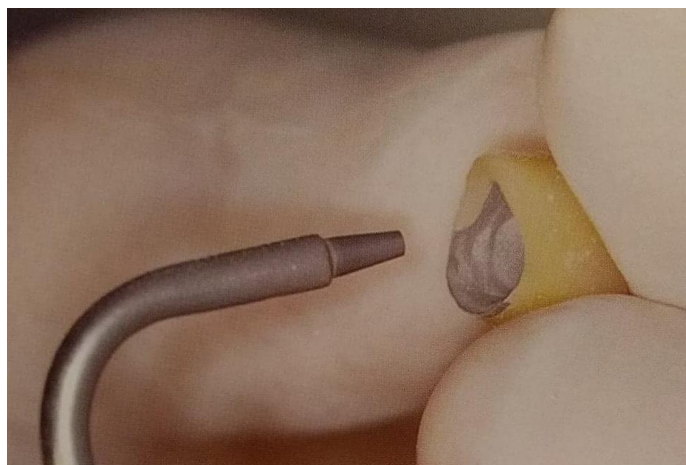


Figura 31 Micro-arenado de superficie interna de corona metal-cerámica.

Es importante, luego del microarenado de superficies metálicas y antes de emplear técnicas adhesivas, realizar una buena limpieza con métodos confiables como ultrasonido y alcohol. (Quass et al., 2005). Resumiendo, con la abrasión con aire y óxido de aluminio se logra:<sup>32</sup>

- Una mayor superficie de adhesión
- Microretenciones.
- Humectación mejorada por aumento de la energía superficial.

#### b) Grabado electrolítico

La técnica fue desarrollada en 197, en el ámbito de la universidad de Maryland, para el grabado ácido o el autograbado y como una forma de posibilitar la adhesión en aleaciones basadas en oro.

El procedimiento de grabado electrolítico consiste en conectar la estructura metálica a uno de los bornes de un dispositivo electrolítico y sumergirla en una solución de ácido sulfúrico. El posterior paso de corriente eléctrica produce microretenciones en la superficie metálica, en ellas el agente cementante polimérico fluye y se infiltra, produciendo retención micromecánica.

Esta técnica puede ser combinada con técnicas de estañado y empleo de primers químicos para así lograr una verdadera unión química adhesiva.<sup>33</sup>

- Unión química

La técnica de estañado (tin plating) se basa en el depósito electrolítico de una delgada película de estaño sobre la superficie metálica. Es eficaz tanto sobre aleaciones con contenido de oro y metales nobles como sobre aleaciones sin metales de esta naturaleza.

#### a) Estañado de la superficie metálica

La técnica se inicia tratando la superficie metálica que se va a estañar con un “microarenador” con oxido de aluminio con una granulometría de 50 micrómetros y bajo una presión de 80 psi, desde una distancia de 5 cm, durante 5 segundos. El micro-arenado limpia el metal y crea pequeños microporos muy eficaces para la microretención mecánica del cemento.

Después del arenado, durante dos minutos, la estructura es sometida al ultrasonido en un recipiente con agua. Luego se le retira y se seca cuidadosamente.

La superficie estañada no debe ser tocada con las manos. Para la colocación del material a adherir se seca cuidadosamente la superficie, se coloca sobre ella el agente a emplear y se procede a la etapa de cementación adhesiva.<sup>32,34</sup>

Esta técnica puede ser empleada para el tratamiento interno de coronas metálicas o metal cerámicas, así como de incrustaciones, previo el microarenado descrito (figura 32).<sup>34</sup>



Figura 32 Estañado interno de una corona metálica.

## b) Adhesión por reacciones químicas sobre la superficie metálica

Alguna de estas técnicas se basa en el depósito y adhesión de una capa cerámica vítrea sobre el metal. Ésta es luego tratada con un agente de enlace de tipo de los vinil silanos, que tienen posibilidad de reacción con el vidrio a través de uniones de sus grupos funcionales y con las dobles ligaduras de las moléculas de un material polimérico. Se logra así una continuidad entre las estructuras que intervienen en el proceso.<sup>32</sup>

En otros casos se utilizan sustancias genéricamente descritas como imprimadores o primers de uso directo sobre superficies metálicas. Se trata en estos casos de moléculas con capacidad de polimerizar por apertura de dobles ligaduras (polimerización vinílica) que, a su vez, incluyen grupos químicos con capacidad reactiva sobre superficies metálicas con óxidos, por lo que son especialmente eficaces sobre las que no contienen metales nobles.

Estas técnicas, combinadas con la preparación de la superficie metálica mediante arenado o estañado, permiten lograr valores importantes de resistencia adhesiva.<sup>32,34</sup>

Algunos sistemas y productos que se basan en estos esquemas y que han estado o están disponibles en el mercado son descritos en tabla 1.<sup>35</sup>



**Tabla 1 Productos y sistemas utilizados para adhesión química sobre superficie metálica.**

<b>Producto</b>	<b>Compañía</b>	<b>Uso</b>
<b>Silicoater y Silicoater MD</b>	<i>Heraeus-Kulzer</i>	La superficie metálica es arenada para luego proceder a lograr la fusión de una delgada película de vidrio sobre ella.
<b>Kevloc AC</b>	<i>Heraeus-Kulzer</i>	Desarrollada para la preparación de estructuras metálicas a ser recubiertas con la resina compuesta de laboratorio.
<b>Cojet</b>	<i>3M ESPE</i>	Se basa en incorporar a la superficie metálica, mediante arenado una película de silicato cerámico que luego es silanizada para posibilitar la adhesión del material polimérico.
<b>Spectralink - Spectramat</b>	<i>Ivoclar-Vivadent</i>	Después de preparar las superficies metálicas por la técnica Spectralink se aplica el sistema adhesivo.
<b>Superbond</b>	<i>Sun Medical</i>	Los valores iniciales de adhesión se ven debilitados al cabo de un tiempo debido a la hidrólisis de la unión al estar en contacto con la humedad.
<b>Panavia</b>	<i>Kuraray</i>	La presencia de monómero con grupos éster y fosfato facilita la humectación y la unión en la superficie metálica previamente arenada y estañada.
<b>4Meta</b>	<i>Kuraray</i>	Químicamente corresponde a 4-metacril-oil-oxietil-trimelitato-anhídrido. Se encuentra presente en algunos productos de sistemas adhesivos contemporáneos.
<b>All-bond</b>	<i>Bisco</i>	Matriz bis-GMA. Funciona sobre superficies metálicas arenadas, utiliza un primer BPMD (bifenil-di-metacrilato)

## 5.2 Adhesión a sustratos cerámicos

Las formas de adhesión de polímeros a porcelana dental son por medio de:

*Microarenado* con óxido de aluminio constituye una técnica indispensable para el tratamiento de la superficie. Permite lograr microporosidad apta para la retención micromecánica de las fórmulas cementantes.<sup>10</sup>

*Grabado químico* consiste en grabado ácido (fluorhídrico), en combinación con el microarenado, fue introducida en la década de 1980 como un medio de tratamiento superficial de las carillas laminadas cerámicas, para lograr una retención efectiva con los materiales cementantes.

Como alternativa al ácido fluorhídrico, está el flúor fosfato acidulado (APF, por sus siglas en inglés) al 1.23% como uso clínico directo para reparar porcelana fracturada en prótesis cementadas en boca.<sup>36</sup>

Las dos técnicas producen un efecto superficial ya sea creado por poros y canales, o rugosidad superficial (figura 33). El resultado es el incremento de retención por efecto de la unión micromecánica con los sistemas cementantes.<sup>10</sup>

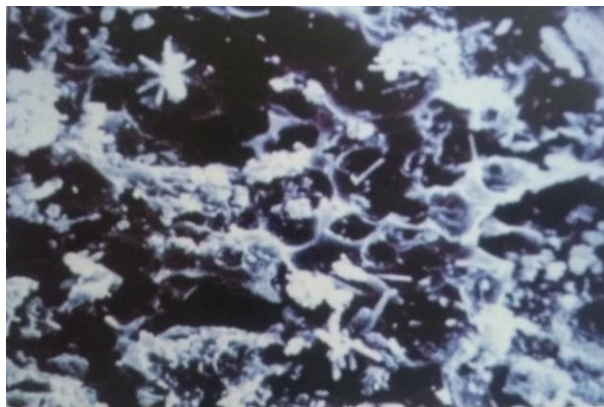


Figura 33 Grabado ácido en una carilla cerámica

Teniendo en cuenta que el logro de retención micromecánica no puede ser suficiente garantía, se ha estudiado el efecto de imprimadores químicos que permitan generar resultados más confiables.

El mecanismo para adherir químicamente polímeros y estructuras cerámicas se logra mediante el tratamiento industrial de la fase cerámica mediante agentes de enlace de vinil silano. Este agente es una molécula bifuncional con capacidad reactiva para unirse químicamente a la fase vítrea y a la fase orgánicas poliméricas. Solo al tratar con este compuesto el vidrio, este deja de ser simplemente relleno, para convertirse en un refuerzo, gracias a la integración química de las dos fases (figura 34).<sup>10</sup>



Figura 34 Agentes de señalización. De izquierda a derecha: *Mono bond S (Ivoclar Vivadent)*, *Clearfil Ceramic Primer (Kuraray)*, *Rely X Ceramic Primer (3M Espe)*, *Bis-Silane (Bisco)*.

La técnica de cementación para el caso de coronas completas, incrustaciones y carillas consiste en:

- Microarenado de la superficie interna cuidando proteger los bordes y la superficie externa, se efectúa a una presión de 60-80 psi con partículas de óxido aluminio blanco de 50 micrómetros de granulometría el tiempo promedio para esta operación es de 5 a 7

segundos, luego se limpia con agua o bajo ultrasonido durante 1 a 2 minutos y se seca cuidadosamente.<sup>10,14</sup>

- El grabado ácido puede ser realizado en el laboratorio con ácido fluorhídrico coloreado en consistencia de gel con una concentración de 9.5%, el tiempo adecuado es de 3 minutos. Se lava profusamente con agua y se neutraliza colocando la restauración en un recipiente con una solución acuosa de bicarbonato de sodio; luego de ser secada la estructura no debe tocarse con los dedos.
- La sinalización se lleva a cabo con un pincel, se aplica el silano en la cara interna en capa continua, se deja actuar de 5 a 10 y se seca con aire.
- Finalmente se procede a la cementación adhesiva.<sup>14</sup>

### **5.3 Adhesión a sustratos poliméricos**

Esta adhesión es relativamente más sencilla teniendo en cuenta que las fórmulas de los agentes cementantes son en su gran mayoría de química polimérica.

Los tres grupos de polímeros sintéticos de mayor aplicación en odontología son: las resinas acrílicas, las resinas compuestas de uso directo en la clínica y las resinas compuestas de uso en laboratorio (identificadas como “cerómeros” en algunas presentaciones comerciales).<sup>10</sup>

Las resinas acrílicas son derivados del ácido acrílico o metacrilato con la forma de ésteres, como el metacrilato de metilo y su polímero polimetacrilato de metilo PMMA. Su polimerización se logra mediante la

acción de iniciadores y activadores químicos, para las resinas acrílicas de autocurado, o la acción de la temperatura, como activador físico en las resinas acrílicas de polimerización térmica. La temperatura de los dobles enlaces de la química del carbono, en los monómeros y comonómeros por acción de los iniciadores activos, permite su unión o enlace para conformar cadenas poliméricas de tipo lineal o tridimensional según los monómeros que hayan sido utilizados.

La unión de los dientes de acrílico a la base acrílica de la dentadura total, es de tipo cohesivo por involucrar sustratos químicamente similares.<sup>10</sup>

La adhesión de resinas compuesta se logra mediante unión química cohesiva. Esto se logra a través del mecanismo de aplicación de cada una de las capas de resina que se van incorporando en las restauraciones directas. Al observar cada capa polimerizada puede visualizarse un brillo superficial, que al ser tocado se muestra untuoso, esto es una “*capa inhibida*” conformada por monómeros en un espesor muy delgado que no llegaron a polimerizar, pese a la acción de la radiación. El oxígeno del aire es el causante de la falta de polimerización de estos monómeros. Es por esto que al colocar una segunda capa de resina y fotopolimerizarla, la capa inhibida actúa como enlace entre ambas.

Con el avance de en la química de los polímeros reforzados, se hace posible elaborar diversas restauraciones en el laboratorio, que son fijadas con las técnicas adhesivas.

Las restauraciones indirectas que se elaboran con polímeros, abarcan desde incrustaciones, carillas laminadas (*veneer*), coronas completas y hasta prótesis fija de tres unidades. Diferentes compañías presentan formulaciones de resinas compuestas con refuerzos cerámicos, las formulaciones de estos polímeros más conocidas se enumeran en el siguiente cuadro.<sup>10,34</sup>

El protocolo para preparar las superficies de las restauraciones elaboradas en resina compuestas de laboratorio, en función de su cementación mediante cementos resinosos, puede establecerse según se detalla en la tabla 2.<sup>37</sup>

**Tabla 2 Protocolo para preparar las superficies de resinas reforzadas de laboratorio.**

PROTOCOLO PARA PREPARAR LA SUPERFICIE DE RESINAS REFORZADAS PROCESADAS EN EL LABORATORIO, PARA SU FIJACIÓN MEDIANTE CEMENTOS RESINOSOS.
*Microarenado con óxido de aluminio de 50 micrómetros de tamaño de partícula, con presión de 60 psi durante 5 segundos.
*Limpieza con vapor o en ultrasonido durante 2 minutos.
*Secar con aire limpio.
*Silanizado interno: opcional.
*Aplicación del agente adhesivo.
*Cementación con una fórmula adhesiva dual o de fotocurado.
*Una vez retirado los esfuerzos, se cubren los bordes con un gel inhibidor que prevenga el contacto con oxígeno. Se fotopolimeriza 40 segundos en cada superficie.

## **CAPÍTULO 6 FUNDAMENTOS DEL SELLADO DENTINARIO INMEDIATO**

Como se ha descrito anteriormente, el tejido dentinario es un sustrato menos favorable para la adhesión comparado con el esmalte. Las características de la dentina incluyendo alto contenido orgánico, variaciones en las estructuras tubulares y la presencia de movimientos de fluidos al exterior, hacen de la adhesión a dentina un desafío.<sup>21</sup>

Los principios para la unión de la dentina están bien establecidos en la actualidad basados en el trabajo de Nakabayashi y sus colegas en la década de 1980, cuyo principio es crear una capa de interfaz o interdifusión, también llamada *capa híbrida*, por la interpenetración de monómeros en los tejidos duros. Este enfoque fue histórico porque una vez que la resina infiltrante se polimeriza, puede generar un enlace "estructural" algo similar a la interfase formada en la unión amelodentinaria (DEJ).<sup>21,28</sup>

### **6.1 Definición de sellado dentinario inmediato**

La importancia clínica de una exitosa unión a dentina es particularmente crítica en el caso de restauraciones indirectas como, por ejemplo, carillas, inlays, onlays, overlays, coronas incluso en prótesis fija. Lo anterior es fundamental dado que la resistencia final diente-restauración es altamente dependiente de los procedimientos adhesivos.<sup>23</sup>

Estudios clínicos realizados a largo plazo por Dumfahrt y Friedman demostraron que restauraciones indirectas de carillas de porcelana que obtuvieron una adhesión parcial a dentina, tienen un mayor riesgo de fracaso.

Dos son las causas propuestas por Magne, para el fracaso adhesivo en restauraciones indirectas: **la contaminación de la dentina y el colapso de la red de fibras colágenas**. Ambos fenómenos son provocados por la exposición de la dentina durante las etapas de impresión y provisionalización.<sup>38</sup>

Los avances en las técnicas de aplicación del adhesivo a la dentina, sugieren que estas fallas pueden ser prevenidas al cambiar el procedimiento de aplicación del adhesivo.

En el año 1999 Pascal Magne describió el concepto de sellado dentinario inmediato (SDI) como una solución a esta problemática. El sellado inmediato dentinario es una técnica que consiste en aplicar un sistema adhesivo inmediatamente en la dentina una vez que se haya realizado la preparación del diente, previo a la toma de impresión definitiva. Hay cuatro motivos razonables que sustentan el uso de esta técnica:

*a) La dentina recién expuesta es el sustrato ideal para realizar adhesión.*

La mayoría de los estudios realizados sobre la resistencia de unión de los adhesivos utilizan dentina recién expuesta. Sin embargo, en la práctica diaria, los dientes tienen que ser protegidos temporalmente por las necesidades funcionales y estéticas del paciente.

En 1996 y 1997, Paul y colegas, plantearon que la contaminación de la dentina debido al uso de cementos provisionales puede reducir el potencial de adhesión obtenido. Su investigación demostró la reducción significativa de la fuerza de adhesión al simular contaminación de la dentina con diferentes cementos provisionales y compararla con la dentina recién expuesta. Cabe recalcar que en este estudio no se consideraron contaminantes adicionales como bacterias y saliva.



*b) La previa fotopolimerización del adhesivo nos brinda una fuerza de adhesión mejorada*

En la mayor parte de los estudios sobre la fuerza adhesiva, el adhesivo es polimerizado antes de la inserción del material restaurador. Esto genera una fuerza adhesiva mejorada en comparación a las muestras en las cuales el adhesivo y el material restaurador se polimerizan juntos, como en el caso de técnica convencional para restauraciones indirectas. Lo anterior se puede explicar por el colapso de la capa híbrida ante la presión realizada al insertar la restauración dentro de la preparación.

Con el sellado dentinario inmediato aseguramos la integridad de la capa híbrida y de las fibras colágenas de la dentina al sellarla inmediatamente y no dejar posibilidad de un colapso posterior, lo que nos asegura una mayor fuerza adhesiva y menor formación de brechas.

*c) El sellado inmediato dentinario permite el desarrollo de una adhesión dentinaria libre de estrés*

La fuerza de unión de la dentina se desarrolla progresivamente con el tiempo, probablemente se debe a la finalización del proceso de copolimerización que involucra a los diferentes monómeros. En investigaciones realizadas por Reis y colaboradores, observaron un notable aumento de la fuerza adhesiva en la dentina después de una semana.

En las restauraciones adhesivas colocadas directamente, la capa híbrida se ve enfrentada al estrés de contracción generado por la polimerización del composite además de la subsecuente carga oclusal.

En cambio, al realizar un sellado dentinario inmediato, debido a la colocación tardía de la restauración, la adhesión a dentina se produce sin tensión, logrando una significativa fuerza de la misma.

*d)El SDI protege a la dentina de la contaminación bacteriana y sensibilidad durante el uso de provisionales.*<sup>13,38</sup>

Basado en el hecho de que las restauraciones provisionales pueden permitir la microfiltración de bacterias y, posteriormente la sensibilidad a la dentina; en 1992 Pashley y sus colaboradores propusieron sellar la dentina en las preparaciones de la corona. Esta idea resulta aún más útil cuando se utilizan restauraciones cerámicas (por ejemplo, Carillas) dada la dificultad específica para obtener provisionales sellados y estables. Un estudio in vivo realizado por Cadigiaco y cols., confirmó la capacidad que presenta los adhesivos para prevenir la sensibilidad y la penetración de bacterias en caso de carillas cerámicas.

Contrario a lo que podríamos pensar, la posible contaminación que podría ocurrir de esta capa adhesiva polimerizada durante el periodo en que el paciente se encuentra con restauraciones provisionales, no involucra una pérdida de resistencia adhesiva microtraccional, según lo demostró Ozturk (2003), donde indica que el SID protege a la dentina contra microfiltración de bacterias y sensibilidad durante la fase provisional del tratamiento.<sup>25,38</sup>

En el 2007 Magne y cols., realizaron un estudio in vitro para evaluar si existían diferencias en la resistencia adhesiva microtraccional a dentina en restauraciones indirectas, al realizar SID con 2, 7 y 12 semanas de diferencia en la cementación de la restauración definitiva. Utilizando 2 sistemas adhesivos diferentes, uno de grabado y lavado (Optibond FL) de 3 pasos y uno autograbante (SE Bond) de 2 pasos. Además de un grupo

control, restaurados de forma directa y un grupo con cementación convencional, para cada sistema adhesivo. Las conclusiones de este estudio revelan que la aplicación de SDI en restauraciones indirectas con adhesivo de grabado y lavado de 3 pasos o autograbante de 2 pasos, da como resultado una resistencia adhesiva microtraccional a dentina similar a la obtenida en una restauración directa. Además, la resistencia adhesiva con SID no se ve afectada hasta por 12 semanas antes de la cementación definitiva de la restauración.<sup>9,13</sup>

Otro estudio in vivo realizado por Jun Hu y cols (2010) demostró la efectividad del SDI en la disminución de la sensibilidad post-cementación para PPF con pilares vitales, habiendo una diferencia significativa con el grupo control (sin sellado dentinario inmediato) a la semana y al mes de evaluación.

Beneficios clínicos adicionales de esta técnica incluyen:

- Una mejor adaptación marginal y de la interfase adhesiva.
- Prevenir la desecación de la dentina.
- Una fuerza de unión mejorada del cemento de resina a la dentina.
- Fácil eliminación de cemento provisional y la prevención potencial de la presión hidráulica intratubular durante la cementación de la restauración.<sup>39</sup>

Sin embargo, es importante recordar que un requisito fundamental para la adhesión con éxito es lograr un excelente aislamiento durante el procedimiento de restauración. La contaminación del esmalte y la dentina con la saliva, la humedad de la cavidad oral, la sangre y el fluido crevicular puede comprometer la adhesión y con ello la reducción de la resistencia adhesiva.

Por todo esto podemos concluir que las ventajas del sellado dentinario inmediato: son adhesión a esmalte y dentina por separado, el previa fotopolimerización del adhesivo lleva a un aumento de la fuerza adhesiva y hay compatibilidad con cualquier cemento dual.<sup>9,39</sup>

## **6.2. Consideraciones clínicas para realizar la técnica de sellado dentinario inmediato**

La técnica descrita incluye pasos de grabado y lavado, que puede incluir adhesivos dentinarios de tres o dos pasos. Sin embargo, algunos autores afirman que los adhesivos autograbantes disminuyen más notoriamente la sensibilidad post-operatoria.<sup>13</sup>

Está bien reportado que a la hora de seleccionar un adhesivo autograbante como estrategia para el sellado dentinario inmediato, u otro procedimiento restaurador, deberíamos inclinarnos por aquellos de dos pasos, donde primero se aplique un primer ácido y en un segundo tiempo un adhesivo hidrófugo. Esta distinción en los roles de los pasos hace que la capa adhesiva sea más estable con el tiempo, la penetración de agua sea mucho menor y su estabilidad hidrolítica aumente, lo cual favorece la longevidad de la interfase adhesiva.

Aunque hay una tendencia a simplificar los procedimientos de adhesión, información reciente confirma que el procedimiento de tres pasos y grabado total aún se comporta más favorablemente y son más confiables a largo plazo.<sup>38,39</sup>

### **6.2.1 Aislamiento absoluto**

La técnica con dique de goma es el método de aislamiento absoluto del campo operatorio ideal. Es un procedimiento clínico que contribuye a mejorar los procedimientos en la operatoria dental, rehabilitación,

odontopediatría y endodoncia, pues propicia un ambiente adecuado para los materiales de restauración, así como en la seguridad del paciente.<sup>40</sup>

Para realizar este procedimiento se requiere el siguiente instrumental: dique de goma, arco young, perforadora de dique, grapas, portagrapas e hilo dental.

#### Métodos de colocación del aislamiento absoluto

*Método1.* Se coloca el dique, la grapa y el arco como una unidad; es la técnica más eficiente y aplicable en la mayor parte de los casos. Se realiza de la siguiente manera: 1) se coloca el dique en el arco 2) se perfora el dique y se colocan las aletas de la grapa en el dique 3) coloque el dique, el arco y la grapa como una unidad en el diente 4) deslice el dique fuera de las aletas de la grapa para permitir que se constriña alrededor del cuello del diente. Baje el dique a través del área de contacto con hilo 5) ajuste el dique en el arco.<sup>40,41</sup> Figura 34



Figura 34 Colocación del aislamiento absoluto como una unidad.<sup>42</sup>

*Método2:* Colocación como unidades separadas Este método es útil en pacientes con poca estructura dentaria y se requiere una buena visibilidad mientras se coloca la grapa. 1) coloque la grapa (con hilo en el bocado) 2)

coloque el dique en el arco 3) coloque el dique sobre la grapa, sea cuidadoso, ajústelo a la posición deseada.

*Método3:* Colocación de la grapa y el dique, y después el arco Este método se utiliza en las mismas condiciones que el método 2 y el dique es difícil de estirar sobre la grapa después de colocarla. Un ejemplo cuando el bocado choca contra la rama. Otra indicación es cuando al estirar el dique sobre el bocado la grapa se desaloja.

El dique se ajusta en el arco de manera que la boca se cubra por completo; se ajusta la tensión para reducir las arrugas y permitir la retracción del tejido blando sin desalojar la grapa. En el sellado final se pasa hilo a través de los contactos proximales.

Este procedimiento clínico es fundamental porque brinda protección contra la aspiración de instrumentos, ayuda a retraer los tejidos blandos, facilita el control de la lengua y reduce el riesgo de contaminación del área de trabajo evitando tener contacto con la saliva.<sup>40</sup> Figura 35



Figura 35 Aislamiento absoluto.<sup>43</sup>

Es necesario tener en cuenta este procedimiento clínico porque será indispensable para poder lograr una buena técnica en la realización del sellado inmediato dentinario, pues éste nos exige un campo operatorio

libre de contaminación por saliva o agua al momento de aplicar el sistema adhesivo.

### **6.2.2 Técnica de sellado dentinario inmediato para restauraciones indirectas**

#### **Paso 1. Identificación del sustrato**

Se debe de identificar las superficies de dentina expuesta. Un método simple pero eficiente consiste en realizar un grabado corto de 2 a 3 segundos, posteriormente se lava y se secan las superficies preparadas. Se identificará la dentina por su aspecto brillante, mientras que el esmalte tiene un aspecto color mate.

Después de este grabado inicial, la superficie de la dentina debe ser preparada nuevamente (por ejemplo, una ligera asperización con una fresa de diamante) para exponer una nueva capa fresca de dentina. (fig. 36 a)

#### **Paso 2 Grabado de las superficies**

Grabar la nueva capa de dentina expuesta con ácido fosfórico al 37% por 5 a 15 segundos (fig. 36 b). Posteriormente se debe lavar y secar para remover el exceso de agua. El secado por medio de aire debe ser evitado; este se realiza por medio de succión sin aplicar presión sobre la dentina desmineralizada, también se puede utilizar torundas de algodón estériles (fig. 36 c).

Debe prevenirse tanto la desecación como el exceso de agua puesto que se puede generar una menor fuerza adhesiva producto del colapso del colágeno desmineralizado.

#### **Paso 3 Aplicación del sistema adhesivo**

Con la superficie del diente seca se aplica el primer con un microbrush sobre toda la preparación, (fig. 36 d), se deberá procurar la volatilización

del solvente por medio de aire. Posteriormente se aplica el adhesivo con precisión usando una gota en la punta del microbrush, se aplica aire para adelgazar la capa de adhesivo, así como para expandirla por toda la superficie (fig. 36 e) y se fotocura por 20 segundos.

Sobre el adhesivo se aplica una capa de glicerina que funciona como bloqueador de aire y se volverá a fotocurar por 10 segundos más, para eliminar la capa de inhibición por oxígeno y prevenir la interacción entre el adhesivo y el material de impresión (fig. 36 f).<sup>38</sup>

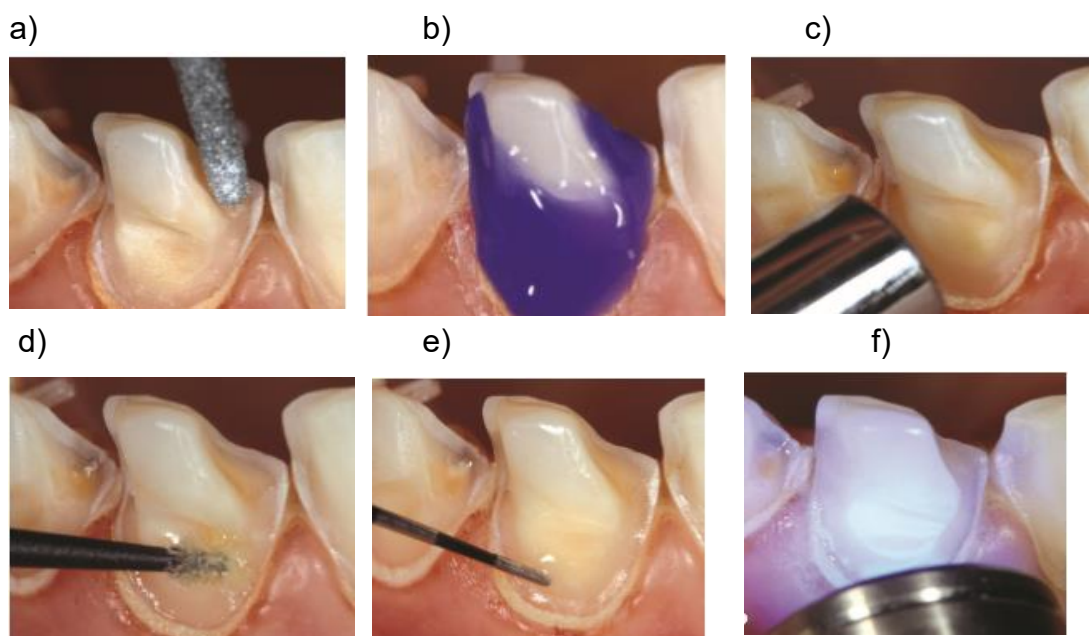


Figura 36 Procedimiento clínico de sellado inmediato dentinario.

Posterior a la toma de impresión se coloca el provisional. Se debe tener en cuenta que las superficies dentinarias selladas tienen el potencial de unión a los materiales y cementos provisionales a base de resinas. Dado lo anterior, la recuperación y la eliminación de las restauraciones provisionales pueden resultar extremadamente difíciles. Para evitar este problema, las preparaciones dentales deben ser aisladas con un medio de



separación (por ejemplo, una capa gruesa de vaselina) durante la fabricación de la restauración final.

#### Paso 7 Cementación

Una vez verificada la prueba de ajuste, se acondiciona la superficie interna de la restauración aplicando ácido fosfórico al 37% por 30 segundos para permitir una limpieza química de la superficie de la restauración, se lava u enjuaga.

Después de la preparación de la superficie de la restauración, se comienza con el acondicionamiento de la superficie del diente. La dentina sellada debe ser arenada con óxido de aluminio de 50 micras o asperizada con piedra de diamante de grano fino, para generar micro retenciones y así mejorar la retención de la restauración.

Finalmente, sobre toda la estructura dentaria se aplica una fina capa de adhesivo, (no se debe polimerizar el adhesivo para lograr un correcto asentamiento de la restauración), se coloca la restauración final y se fotopolimeriza por 40 segundos.<sup>38</sup>

En el caso de restauraciones directas se realiza del paso uno al 3, evitando la aplicación de vaselina puesto que al fotocurar por 20 segundos el adhesivo se finalizaría con la colocación convencional de la resina.

## CONCLUSIONES

El sellado dentinario inmediato es un procedimiento muy efectivo antes de unir las restauraciones indirectas porque tiene el potencial de mejorar la fuerza de unión de la dentina con las restauraciones, menos formaciones de espacio, disminución de fugas bacterianas y sensibilidad reducida a la dentina.

El sellado dentinario inmediato brinda a los pacientes una mayor comodidad durante la etapa de provisionalización, la necesidad limitada de anestesia durante la inserción definitiva de las restauraciones y la reducción de la sensibilidad postoperatoria.

La evidencia significativa de la literatura, así como la experiencia clínica, indican la necesidad de un procedimiento de aplicación revisado para la unión de la dentina cuando se colocan restauraciones unidas indirectamente, como incrustaciones de composite, cerámica, revestimientos y carillas. Se recomienda la aplicación inmediata y la polimerización del adhesivo a la dentina recién cortada, antes de tomar la impresión.

Este concepto debería estimular tanto a los investigadores como a los odontólogos en el estudio y desarrollo de nuevos protocolos para la racionalización de las técnicas y materiales adhesivos que conduzcan a la máxima preservación de la estructura dental, la comodidad mejorada del paciente y la supervivencia a largo plazo de las restauraciones indirectas unidas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fortoul. T. Histología y biología celular. 3ra ed. McGraw-Hill; 2017. 235–238 p.
2. Geneser. Histología. 4ta ed. Panamericana; 2014. 463–469 p.
3. prismas del esmalte dental - Buscar con Google [Internet]. [citado el 15 de octubre de 2019]. Disponible en:  
[https://www.google.com/search?q=prismas+del+esmalte+dental&sxsrf=ACYBGNRcIyeq1jjcpDLET\\_3eOTCxVfhmYg:1571166670447&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi8kJn6-57IAhUNCawKHfzXBBwQ\\_AUIEigB&biw=1366&bih=625#imgrc=V8nIUz\\_14TJtXM](https://www.google.com/search?q=prismas+del+esmalte+dental&sxsrf=ACYBGNRcIyeq1jjcpDLET_3eOTCxVfhmYg:1571166670447&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi8kJn6-57IAhUNCawKHfzXBBwQ_AUIEigB&biw=1366&bih=625#imgrc=V8nIUz_14TJtXM):
4. Kennth HH. Vías de la pulpa. 11a ed. ELSEVIER; 2016. 453–482 p.
5. Santana V. Anatomía de la cabeza para odontólogos. En: Anatomía de la cabeza para odontólogos. 4ta ed. Medica Panamericana; 2010. p. 112–7.
6. pulpa dental - Buscar con Google [Internet]. [citado el 21 de octubre de 2019]. Disponible en:  
[https://www.google.com/search?q=pulpa+dental&sxsrf=ACYBGNSWffsGU0xRmOy\\_eXODJLvCz3jllg:1571714867279&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwivu-iS9q7IAhVHJKwKHVD-BNsQ\\_AUIEigB&biw=1366&bih=625#imgdii=OrNIJiD3ZXcbFM:&imgrc=26f5O64Kta44OM](https://www.google.com/search?q=pulpa+dental&sxsrf=ACYBGNSWffsGU0xRmOy_eXODJLvCz3jllg:1571714867279&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwivu-iS9q7IAhVHJKwKHVD-BNsQ_AUIEigB&biw=1366&bih=625#imgdii=OrNIJiD3ZXcbFM:&imgrc=26f5O64Kta44OM):
7. E. Berutti y M. Gagliani. Manual de Endodoncia. Amolca; 2017.
8. tubulos dentinarios - Buscar con Google [Internet]. [citado el 21 de octubre de 2019]. Disponible en:  
[https://www.google.com/search?rlz=1C1SQJL\\_esMX866MX867&biw=1366&bih=625&tbm=isch&sxsrf=ACYBGNS6Bs303E7ePiJm5MFqbqhDepGGkA%3A1571717003162&sa=1&ei=i3-uXcq8CYv6tAWgyqHICQ&q=tubulos+dentinarios&oq=tubulos&gs\\_l=img.1.2.0i131j0I9.257021.259668..262199...0.0..0.267.943.2j4j1.....0....1..gws-wiz-img.....35i39j0i67.at8map86KF8#imgdii=v54cy3OtrNF9KM:&imgrc=](https://www.google.com/search?rlz=1C1SQJL_esMX866MX867&biw=1366&bih=625&tbm=isch&sxsrf=ACYBGNS6Bs303E7ePiJm5MFqbqhDepGGkA%3A1571717003162&sa=1&ei=i3-uXcq8CYv6tAWgyqHICQ&q=tubulos+dentinarios&oq=tubulos&gs_l=img.1.2.0i131j0I9.257021.259668..262199...0.0..0.267.943.2j4j1.....0....1..gws-wiz-img.....35i39j0i67.at8map86KF8#imgdii=v54cy3OtrNF9KM:&imgrc=)

JswLQZT5ngomfM:

9. Magne P, Kim TH, Cascione D, Donovan TE. Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. *J Prosthet Dent.* diciembre de 2005;94(6):511–9.
10. Henostroza G. ADHESIÓN en Odontología Restauradora. 2da ed. Ripano; 2010.
11. María Mandri AA y MZ. Sistemas Adhesivos en Odontología Restauradora. 2015;
12. Cova JL. Biomateriales dentales. 2da ed. Venezuela: Amolca; 2010.
13. Alcaide A. ESTUDIO IN VITRO: INFLUENCIA DEL SELLADO DENTINARIO INMEDIATO EN LA RESISTENCIA MICROTRACCIONAL UTILIZANDO UN SISTEMA ADHESIVO DE GRABADO Y LAVADO DE DOS PASOS EN RESTAURACIONES INDIRECTAS DE RESINA. Andres Bello; 2015.
14. Flores R. TÉCNICAS DE ADHESIÓN A ESMALTE Y DENTINA EN RESTAURACIONES INDIRECTAS LIBRES DE METAL. Iberoamericana; 2019.
15. Joubert H. Odontología adhesiva y estética. ELSEVIER; 2010.
16. Steenbecker O. principios y bases de los biomateriales en operatoria dental y esteticaadhesiva. valparaiso; 2006.
17. Macchi R. Materiales dentales. Buenos Aires: Panamericana; 2007.
18. Baier RE. Principles of adhesion. Vol. Suppl 5, Operative dentistry. 1992. p. 1–9.
19. Fehrenbach MJ, Popowics T. Illustrated dental embryology, histology, and anatomy. 335 p.
20. Ferraris MG de. Histologia y embriologia bucodental. 2da ed. Madrid: Panamericana; 2002.
21. Garrofé A, Martucci D, Picca M. Adhesión a tejidos dentarios. Vol. 29, Rev. Fac. de Odon. UBA · Año. 2014.
22. Silversrone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res.* 1975;9(5):373–87.

23. Echeverria U. Adhesion en odontologia restauradora. 2003.
24. Boyde A. Advances in fluorine research and dental caries prevention. Oxford: Pergamon;
25. Pashley DH, Tao L, Boyd L, King GE, Horner JA. Scanning electron microscopy of the substructure of smear layers in human dentine. Arch Oral Biol. 1988;33(4):265–70.
26. Brännström M. Smear layer: pathological and treatment considerations. Oper Dent Suppl [Internet]. 1984 [citado el 23 de octubre de 2019];3:35–42. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6401152>
27. Kramer IR h, Lee KW. The Demonstration of Glycerophosphoric Acid Dimethacrylate in Dentin and Filling Material Following the Use of a Cavity Sealer. J Dent Res. 1960;39(5):1003–8.
28. Nakabayashi N. Contribution of polymer chemistry to dentistry: Development of an impermeable interpenetrating polymer network to protect teeth from acid demineralization. Vol. 57, Polymer International. 2008. p. 159–62.
29. adhesivos Adhesión Capa híbrida Dentina Esmalte S. PALABRAS CLAVE.
30. CALATRAVA L. Actualización en odontología adhesiva y sellado inmediato dentinario (SID). vol 56. 2018;
31. Bautista DM. Factores que influyen negativamente en la adhesion protesica. Universidad Nacional Autonoma de Mexico; 2019.
32. Quaas AC, Heide S, Freitag S, Kern M. Influence of metal cleaning methods on the resin bond strength to NiCr alloy. Dent Mater [Internet]. marzo de 2005 [citado el 24 de octubre de 2019];21(3):192–200. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15705425>
33. Thompson VP, Del Castillo E, Livaditis GJ. Resin-bonded retainers. Part I: Resin bond to electrolytically etched nonprecious alloys. J Prosthet Dent [Internet]. diciembre de 1983 [citado el 24 de octubre de 2019];50(6):771–9. Disponible en:

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6361240>
34. Gates WD, Diaz-Arnold AM, Aquilino SA, Ryther JS. Comparison of the adhesive strength of a BIS-GMA cement to tin-plated and non-tin-plated alloys. *J Prosthet Dent* [Internet]. enero de 1993 [citado el 24 de octubre de 2019];69(1):12–6. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8455157>
  35. Pesun S, Mazurat RD. Bond strength of acrylic resin to cobalt-chromium alloy treated with the Silicoater MD and Kevloc systems. *J Can Dent Assoc* [Internet]. diciembre de 1998 [citado el 24 de octubre de 2019];64(11):798–802. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9879144>
  36. Sheth J, Jensen M, Tolliver D. Effect of surface treatment on etched procelain bond strength to enamel. *Dent Mater*. 1988;4(6):328–37.
  37. Madrid M. TECNOLOGÍA DE LA ADHESIÓN.
  38. MAGNE P. Immediate Dentin Sealing: A Fundamental Procedure for Indirect Bonded Restorations. *J Esthet Restor Dent*. el 30 de octubre de 2006;17(3):144–54.
  39. Hironaka NGL, Ubaldini ALM, Sato F, Giannini M, Terada RSS, Pascotto RC. Influence of immediate dentin sealing and interim cementation on the adhesion of indirect restorations with dual-polymerizing resin cement. *J Prosthet Dent*. el 1 de abril de 2018;119(4):678.e1-678.e8.
  40. UNIVERSIDAD CENTRA DE VENEZUELA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA CÁTEDRA DE ENDODONCIA GUIA PARA DEMOSTRACIÓN: AISLAMIENTO ABSOLUTO DEL CAMPO OPERATORIO EN ENDODONCIA.
  41. algunas consideraciones para el asilamiento absoluto. octubre de 2017;
  42. tecnicas de aislamiento absoluto - Buscar con Google [Internet]. [citado el 24 de octubre de 2019]. Disponible en: [https://www.google.com/search?rlz=1C1SQJL\\_esMX866MX867&biw=1366&bih=625&tbm=isch&sa=1&ei=ZbuxXYbCH9CQsAWY7om](https://www.google.com/search?rlz=1C1SQJL_esMX866MX867&biw=1366&bih=625&tbm=isch&sa=1&ei=ZbuxXYbCH9CQsAWY7om)

wBw&q=tecnicas+de+aislamiento+absoluto&oq=aislamiento+absolu  
to+te&gs\_l=img.1.0.0i8i30.11926.15144..17825...0.0..0.132.388.0j3.  
.....0....1..gws-wiz-  
img.....0j0i67.XjBS3twxxJk#imgrc=YUy1C2HLrQQZiM:

43. Dental Studio | Curso Preparaciones Dentarias [Internet]. [citado el 24 de octubre de 2019]. Disponible en:  
<https://www.dentalstudioperu.com/preparaciones-dentarias>