



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ADHESIÓN EN ODONTOLOGÍA ESTÉTICA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A

YAZMIN GABRIELA MARTÍNEZ TOLEDO

**TUTOR: C.D. MÁXIMO ZÁRATE PÉREZ
ASESORA: C.D. MARÍA MARGARITA SALDÍVAR ARAMBURU**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mis profesores; al Dr. Máximo Zárate Pérez, por apoyarme con este trabajo, y brindar parte de su tiempo para culminar mi tesina. A la Dra. María Margarita Saldívar Aramburu, sin usted no sería posible terminar mi tesina gracias doctora por todo su apoyo. Al Mtro. Víctor Moreno Maldonado, por enseñarme la parte humana de esta carrera, su amistad incondicional y sus conocimientos, lo admiró y lo estimo demasiado.

Gracias a Dios por permitir que mis padres estén aún conmigo y que pueda compartir con ellos mi felicidad, a pesar de las circunstancias que vivimos juntos. A mi Madre, gracias por apoyarme en todo momento por ubicarme en mi realidad y por darme tanto amor incondicional. A mi Padre, gracias por todo, por tu amor, tu apoyo, porque sé que nos ha costado mucho trabajo todo lo conseguido por estar junto a mí y porque sin ustedes yo no sería nadie. Hermano, gracias por hacer mi vida ligera con tu buen humor, gracias por estar siempre conmigo, LOS AMO.

GRACIAS.

A mi familia, que siempre me apoyaron para realizar mis sueños, me dieron palabras de aliento y ánimo para seguir adelante. A mis primos, Diego, Jenny, Ever, Diana, Nadia, Alondra, Frida, Moises y Josue, que son como mis hijos, gracias por dar risas y alegrías en mi vida porque son lo más hermoso que me ha pasado.

A mis amigos, Adriana, Patssy, Missael, Mariana, Yaz, Paty, Adrian, Jenny, Anahí, Dani, Israel, Daniel Rodri, Carlos, César, y a todos los que restan porque pasamos juntos muchos momentos los quiero, es un placer haberlos conocido.

A ti por permanecer a mi lado y apoyarme en todas las circunstancias, por haberte conocido, por completar mi felicidad.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. DEFINICIÓN.....	7
3. IMPORTANCIA DEL ÁCIDO GRABADOR.....	9
4. CARACTERÍSTICAS DE LOS ADHESIVOS.....	13
4.1. Tensión superficial.....	14
4.2. Energía de superficie.....	16
4.3. Fuerza de adhesión.....	17
4.4. . Mecanismos de unión.....	18
5. COMPOSICIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS.....	22
6. CLASIFICACIÓN DE ADHESIVOS.....	28
6.1. Autograbantes y no autograbantes.....	28
6.2. Fotopolimerizables, autopolimerizables y duales.....	32
6.3. Por su evolución.....	34
6.4. Sistemas multicomponentes y monocomponentes.....	42
6.5. Por su naturaleza química.....	45
7. SUBSTRATO ADHERENTE.....	48
7.1. Adhesión a Esmalte.....	48
7.2. Adhesión a Dentina.....	55

8.	<i>TÉCNICAS PARA UNA CORRECTA ADHESIÓN.....</i>	<i>63</i>
9.	<i>NANOTECNOLOGÍA.....</i>	<i>75</i>
10.	<i>CONCLUSIONES.....</i>	<i>79</i>
11.	<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</i>	<i>82</i>

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de adhesión se ha convertido en todo un fenómeno para la odontología en las últimas décadas; ya que este nos permite la unión de dos o más substratos iguales o diferentes manteniéndolos en íntimo contacto evitando su separación, por medio de diversos mecanismos. Como: Químico, ya que mediante la interacción interatómica a través de enlaces iónicos covalentes y enlaces secundarios como lo son las fuerzas de Van der Waals, fuerzas polares, puentes de hidrógeno, quelación y fuerzas de dispersión. Y Físico, debido a que por medio de este mecanismo existe una traba mecánica lográndose a través de los efectos geométricos y estructura de los substratos.

En la década del los 50 Hagger inició la tecnología en agentes adhesivos para la unión de resinas a la estructura dental. Un producto comercial Sevitron Cavity Seal fue vendido junto con una resina de curado químico Sevitron. Kramer y Mc Lean en 1952 encontraron que el DAG incrementaba la adhesión a la dentina porque al penetrar en la superficie se formaba una capa intermedia a la que denominaron Zona híbrida. En 1955 Buonocore utilizó ácido Fosfórico al 85% x 30 segundos para lograr descalcificación ácida y observó que se incrementaba notablemente el área de superficie debido a la acción del grabado ácido exponía la estructura orgánica del esmalte. Durante los últimos años los adhesivos han sufrido cambios para su beneficio y en la década de los 60 aparecen las primeras resinas directas.⁽¹⁴⁾

En la práctica odontológica los sistemas adhesivos son importantes ya que estos evitan la filtración de bacterias así como inhiben espacios mínimos que provocan la retención de las mismas alterando la flora bucal provocando enfermedad que conocemos como caries y otras enfermedades que pueden relacionarse.

Observamos a diario novedades acerca de los adhesivos y en comparación con el pasado encontramos un camino a la evolución y a la creación de nuevos materiales a utilizar con mayores ventajas y fácil manipulación.

Es necesario tener el conocimiento pleno de los materiales que utilizamos para poder realizar una correcta obturación, un buen sellado marginal y por supuesto mayor estabilidad entre el substrato adherente y los sistemas adhesivos. Uno de los objetivos evidentes era desarrollar un material adhesivo que se uniera a la dentina por lo menos con la misma fuerza con que la resina se adhería al esmalte grabado. Es muy importante conseguir una adhesión biocompatible con la dentina húmeda y prevenir al mismo tiempo una posible invasión bacteriana.

La amplia demanda y uso de adhesivos dentales han impulsado su desarrollo en rápida sucesión de adhesivos mejores y más fáciles de usar. Permitiendo una óptima restauración con mejores pronósticos.

Así entonces pronto vendrán nuevas generaciones de sistemas adhesivos que serán mejores y desplazarán a los anteriores, llegarán proponiendo una mejor calidad, mayor adhesión al substrato sea cual sea este el material restaurador obteniendo mejores resultados en beneficio del paciente

2. DEFINICIÓN

Aunque hubo un gran impulso en la promoción del empleo de sistemas adhesivos para procedimientos restauradores (operatoria principalmente) en esmalte, esta tuvo serios problemas al tratar de involucrar el complejo dentino pulpar, originando así la búsqueda del adhesivo ideal tanto para tejido adamantino que brindara una adhesión estable y segura, como para el complejo dentino pulpar que por sus características histológicas variables y el contenido de agua en sus túbulos ofrecía una adhesión inestable y dudosa, fue así que se dio inicio a la carrera por parte de las grandes casas dentales para producir el adhesivo ideal.

Un adhesivo es una sustancia capaz de mantener adheridos dos materiales por unión superficial. En los materiales compuestos, el término se usa específicamente para designar a los adhesivos de tipo estructural, que permiten realizar uniones capaces de transmitir cargas estructurales significativas.⁽¹⁷⁾

Un sistema adhesivo es el conjunto de materiales que nos permiten realizar todos los pasos de la adhesión, es decir, nos permiten preparar la superficie dental para mejorar el sustrato para la adhesión.⁽¹⁷⁾

Los sistemas adhesivos con pH menor o igual a 1 (ejemplo: Prompt L Pop-3M/ESPE, non Rinse Conditioner & Prime Bond NT- Dentsply), actúan de manera similar a los sistemas convencionales, es decir, cuando se aplica este tipo de sistema adhesivo este elimina casi totalmente la hidroxiapatita que recubre a la fibrilla de colágena, por lo tanto se sugiere que no existe una reacción química entre la hidroxiapatita remanente y el monómero resinoso, en este caso, el fenómeno de adhesión ocurre porque el monómero ocupa el espacio creado por el agente acondicionador (microporosidades).⁽¹³⁾

La adhesión entonces es la atracción entre las superficies de dos cuerpos; las dos superficies adyacentes pueden tener una composición química diferente. Conviene distinguir entre adhesión y cohesión, que es la atracción entre las partes de un mismo cuerpo, pero parece claro que no existe cohesión pura en la odontología.

3. IMPORTANCIA DEL ÁCIDO GRABADOR

El acondicionamiento de ácido al esmalte provoca un aumento de energía de superficie, pues se remueve una capa superficial de esmalte que es poco reactiva, exponiendo una superficie más reactiva que permite una mejor adhesión. Cuando aplicamos una solución ácida que descalcifique selectivamente al esmalte, se forman innumerables porosidades o microrretenciones que aumentarían el área de superficie.

De acuerdo con BUONOCORE, el ataque ácido en el esmalte no produce si no apenas rugosidades en las extremidades de los prismas del esmalte, como también aumenta el tamaño de los microespacios existentes entre ellos, accesibles al sellante. La profundidad de los espacios creados depende del ácido utilizado, bien con las características de propio diente (edad, aplicación previa del flúor, diente deciduo o permanente). Según KOPEL, los ácidos disuelven la porción axial de la cabeza de los prismas del esmalte, de tal manera que las superficies externas atacadas paralelamente en dirección a los prismas presenta una apariencia de panal de miel. Las superficies atacadas perpendicularmente en dirección a los prismas muestran depresiones y elevaciones.⁽¹³⁾

GWINNETT nos dice que el ataque satisfactorio sobre el esmalte debe provocar un desgaste superficial de cerca de 5 micras y profundizar este ataque selectivamente en una media de 20 a 25 micras.⁽³⁾

Los tipos de acondicionadores ácidos usados son: EDTA, actuando por tiempo relativamente largo pues fue demostrado que requería de 2 horas de aplicación para producir variaciones notables en la superficie dental por esta razón fue considerado inadecuado para el acondicionamiento ácido. El ácido clorhídrico, provoca gran destrucción en profundidades y no crea retenciones adecuadas. El ácido cítrico en el cual el 50% presenta una acción

relativamente buena, aunque su eficiencia puede disminuir en dientes a los que les fue aplicado flúor. El ácido fosfórico que en concentraciones de 35 a 50% ha dado mejores resultados que los otros ácidos aunque OHSAWA menciona que en cuanto mayor sea la concentración serán menores las alteraciones producidas en la superficie del esmalte, pues disuelve el calcio del diente, dejando la superficie más lisa y menos retentiva. GARONE HIJO, observo que ejercía un efecto de tapón, manteniendo el pH de las soluciones obteniendo una solución de ácido fosfórico al 50% más óxido de zinc al 7% con tiempo de ataque de 45 a 70 segundos.⁽¹³⁾

La mayoría de los autores han escogido en la actualidad como agente acondicionador del esmalte al ácido fosfórico en una concentración de 37 a 50% con tiempo de aplicación de 15 segundos a un minuto. El ácido fosfórico al 10% ha demostrado un buen comportamiento, especialmente en el caso de acondicionamiento ácido total.

Los acondicionadores son agentes que actúan removiendo o modificando el smear layer, generalmente están constituidos basándose en ácidos. Ya los precursores son agentes hidrofílicos, generalmente resinosos, que promueven la unión entre la superficie de la dentina y/o el agente de unión propiamente dicho. La dentina, debido a características de humedad, principalmente luego del ataque ácido, requiere de un agente precursor (hidrofílico), que a su vez ofrecerá una superficie ideal para la unión con el agente adhesivo. El tratamiento del barro dentinario, ya sea por modificación o remoción, podrá ser hecho con diferentes sustancias.

El ácido cítrico, actualmente en desuso, provoca severa desmineralización, disminuyendo en demasía los sitios de adhesividad en la superficie dentaria con baja biocompatibilidad, y permite el crecimiento de hongos en su interior. El ácido poliacrílico, ácido tánico, ácido bórico son poco agresivos, remueven poco barrillo dentinario. El EDTA al 17% es capaz de limpiar los

túbulos dentinarios a una profundidad de 5 micrómetros, siendo más compatible en relación a los otros ácidos por ser orgánico, remover el barro sin descalcificar o cambios físicos al substrato adyacente. El ácido maleico es menos agresivo a las estructuras dentinarias, recomendándose su aplicación en esmalte y dentina. El ácido fosfórico, es el acondicionador más difundido para restauraciones adhesivas, especialmente por su capacidad de remoción del barro dentinario.⁽³⁾

FUSUYAMA defiende la tesis de que la sensibilidad dentaria luego de las restauraciones adhesivas está relacionada exclusivamente con la eventual grieta o abertura (gap) que permanece entre el material restaurador y la dentina. Esta grieta podría abrigar bacterias, toxinas bacterianas y posibilitar el movimiento de fluidos responsables de la sensibilidad. Para eliminar esa grieta, el autor preconiza el ataque ácido total (esmalte y dentina), con ácido fosfórico al 37% durante 15 segundos; lo que posibilitaría la abertura de los canalículos dentinarios, facilitando la penetración de los agentes adhesivos.⁽¹³⁾

El acondicionamiento ácido de la dentina es visto hoy como indispensable en la construcción de una restauración adhesiva; sin embargo, no pasará mucho tiempo antes de que se produzcan fuertes discusiones en función de que este procedimiento modificaba de manera sustancial el barro dentinario y hasta la misma dentina remanente.

En verdad, el procedimiento de acondicionar el esmalte generó profundos cambios en la forma de retención para las restauraciones estéticas, estableciendo no solamente mejoras en términos de retención, si no una efectiva disminución de la filtración marginal en la medida en que había penetración de las resinas fluidas en el interior de las microrretenciones.

En reciente discusión sobre el acondicionamiento de la dentina, la preparación de la malla de colágeno para que en su interior haya

penetración del precursor en un primer momento y luego del adhesivo dentinario, para que ocurra su integración se hace necesario la eliminación del barro dentinario. Los obstáculos principales para la adhesión en dentina siempre fueron el barro dentinario y las unidades provenientes de los canalículos dentinarios.

4. CARACTERÍSTICAS DE LOS ADHESIVOS

Actualmente carecemos de suficientes datos experimentales y animales para predecir el rendimiento clínico de los adhesivos dentinarios. Además tampoco existen por el momento ensayos clínicos controlados a gran escala en seres humanos en los que se haya comparado el rendimiento de estos materiales. Sin embargo, afortunadamente hemos avanzado algo en nuestros intentos de respaldar científicamente la elección clínica entre diferentes adhesivos. Se ha ampliado el programa de aceptación de la Asociación Dental Americana (ADA) para incluir los materiales adhesivos para dentina y esmalte. La ADA establece que “estas directrices deberían distinguir aquellos materiales adhesivos que proporcionan una adhesión a la estructura dental aceptable y prolongada de aquellos otros que no proporcionan una adhesión o cuyas propiedades son de corta duración.”⁽²⁾

El adhesivo dentinario ideal debería conseguir lo siguiente:⁽²⁾

1. Adherirse a la dentina con una fuerza igual o mayor que la de un composite al esmalte grabado.
2. Alcanzar rápidamente (en pocos minutos) la máxima fuerza de adhesión para permitir las manipulaciones de acabado y pulido, así como el restablecimiento funcional postoperatorio del paciente en un plazo de tiempo razonable.
3. Ser biocompatible y no irritar el tejido pulpar.
4. Prevenir las microfiltraciones.
5. Demostrar una estabilidad prolongada en el medio oral.
6. Ser fácil de aplicar y clínicamente indulgente.

Para poder entender el procedimiento de adhesión es importante reforzar algunos conceptos en los que se basan los sistemas adhesivos para lograr el éxito, por lo cual debemos considerar :

4.1 Tensión superficial.

Es el resultado de las fuerzas de cohesión molecular y corresponden a la resistencia de la película superficial a la entrada y salida de sólidos, líquidos o gases. Para que se dé un correcto humedecimiento del adherente sólido es necesario que la tensión superficial del adhesivo líquido sea igual o menor que la tensión superficial del adherente.⁽¹⁾

Es muy difícil conseguir que dos superficies sólidas se adhieran; a pesar de lo lisas que parezcan sus superficies, son muy rugosas cuando se unen en dimensiones atómicas moleculares. En consecuencia, cuando se colocan en posición sólo están en contacto las “elevaciones” o puntos altos. Como estas áreas constituyen apenas un pequeño porcentaje de la superficie total, no se produce adhesión perceptible. La atracción es insignificante cuando las moléculas superficiales de las sustancias atraídas están separadas por distancias mayores de 0.0007 micrómetros o micrones.⁽¹¹⁾

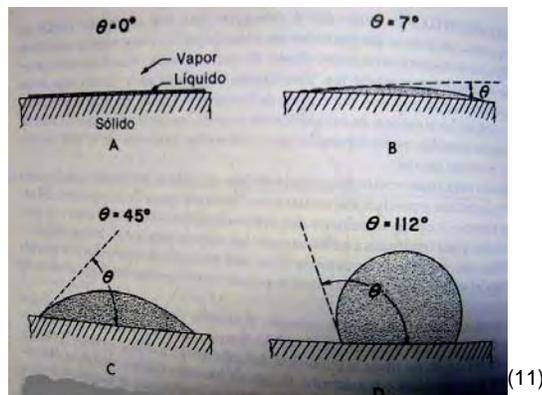
Un método para superar esta dificultad consiste en utilizar un líquido que fluya en estas irregularidades y produzca el contacto en la mayor parte de la superficie del sólido; por ejemplo, cuando se colocan dos vidrios pulidos, uno contra otro y se presionan, tienen poca tendencia a adherirse por las razones expuestas. Sin embargo, si se introduce una película de agua entre ellos será muy difícil separarlos. La energía superficial del vidrio es lo suficientemente grande como para atraer las moléculas de agua.

Para producir adhesión de esta manera, el líquido tiene que fluir con facilidad sobre toda la superficie y adherirse al sólido. Esta característica se llama humedecimiento. Si el líquido no moja la superficie del adherente, la

adhesión entre líquido y adherente se ve limitada o inexistente. Si hay humedecimiento real de la superficie no se presentarían fallas en la adhesión; éstas se producirían de manera cohesiva en el sólido o adhesión en sí, no en la interfase en la que el sólido y el adhesivo están en contacto.

La capacidad de un adhesivo para mojar la superficie depende de varios factores; como ya se dijo, la limpieza de la superficie tiene particular importancia. Una película de agua de apenas una molécula de espesor en la superficie del sólido produce la energía superficial del adherente e impide el humedecimiento con el adhesivo. De igual manera, una película de óxido de una superficie metálica inhibe el contacto de un adhesivo.⁽¹⁶⁾

El grado en el que un adhesivo humedecerá la superficie de un adherente se determina por la medición del ángulo de contacto entre ambos. El ángulo de contacto es el que se forma por el adhesivo por el adherente y su interfase; si las moléculas del adhesivo atraen a las del adherente con igual o mayor intensidad que entre ellas mismas, el líquido adhesivo se difunde por completo sobre la superficie del sólido y no se forma ningún ángulo. En otras palabras, las fuerzas de adhesión son mayores que las fuerzas cohesivas que unen a las moléculas entre sí. Sin embargo, si la energía de la superficie se disminuye por contaminación u otros medios, se formará un ángulo pequeño.⁽⁹⁻¹¹⁾



(11)

A, cuando el ángulo de contacto es cero, el líquido hace contacto completo con la superficie y se confunde con facilidad. B, ángulo de contacto pequeño en una superficie contaminada. C, mayor ángulo sobre la superficie contaminada con una película absorbida. D, ángulo mayor formado por que el sólido que tiene energía superficial baja no está húmedo.⁽¹⁾

4.2 Energía de superficie.

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

La energía de superficie de los sólidos es mayor que la de los líquidos y es directamente proporcional a su grado de dureza. El esmalte dentinario, cuando está exento o libre de placa dental y película adquirida, posee una gran energía de superficie.

Los átomos superficiales de un sólido tienden a formar uniones con otros átomos próximos a la superficie para reducir la energía superficial del sólido. Esta atracción hacia la interfase para moléculas diferentes se llama adhesión. La energía de la superficie, por tanto, tiene las cualidades adhesivas de un sólido determinado pueden disminuir por cualquier impureza de la superficie, así como la adsorción de gas u oxidación. Los grupos químicos funcionales disponibles, incluso el tipo de plano cristalino de una red espacial presente en la superficie, afecta la energía superficial. En resumen, a mayor energía superficial mayor capacidad de adhesión.⁽¹⁷⁾

La energía superficial de algunas sustancias es tan baja que pocos o ningún líquido humedecerán su superficie, por ejemplo, algunas sustancias orgánicas. El empaquetamiento ordenado de los grupos orgánicos estructurales y la presencia de halógenos impide el humedecimiento. La

resina sintética llamada en el comercio teflón [poli(tetrafluoroetileno)] suele usarse con frecuencia para impedir la adhesión de películas a la superficie.

Es importante mencionar dentro de estos conceptos a la viscosidad; esta es representada por la fricción de las moléculas de un líquido, provocando dificultades de separación. Su inverso es la fluidez, que es la capacidad de un líquido de separarse.⁽¹⁶⁾

4.3 Fuerza de adhesión.

La fuerza de atracción implicada se debe a interacciones electromagnéticas producidas por variaciones en la distribución de electrones en las moléculas de las superficies enfrentadas. La distancia entre las moléculas de las superficies es un factor determinante en la fuerza ejercida. Una superficie que puede parecer lisa al ojo humano puede ser tan rugosa que sus moléculas no estén lo suficientemente cerca de la superficie adyacente para producir una atracción electromagnética. Los bloques de calibrado- piezas de metal empleadas para realizar medidas de precisión- son tan lisos que se puede conseguir que las superficies enfrentadas se queden pegadas al apretar una contra la otra.⁽¹⁷⁾

El mejoramiento de la unión del material restaurador con el diente se inicia con el acondicionamiento ácido que ya se ha mencionado anteriormente, para tener una acción eficiente necesita estar en íntimo contacto creando las retenciones necesarias para la penetración del sistema adhesivo. NEWMAN y SHARPE defienden la idea de que la profilaxis disminuye el ángulo de contacto, lo que aumenta el poder de humedecimiento del agente ácido. La energía de superficie puede también ser mejorada, como lo preconizan GARONE HIJO y GARONE NETO, el esmalte por biselado, lo que determina la remoción de la capa aprismática y en consecuencia expone los prismas del esmalte están colocados longitudinalmente. Las ventajas del bisel son innumerables: remoción de la capa aprismática, aumento del área de

retención, aumento de la energía de superficie, término de la preparación en ángulo cero, lo que mejora los fenómenos ópticos en la región. Hoy la confección de un bisel puede ser realizada o no, considerando el hecho de que la dentina pasó a ser parte integrante del fenómeno de retención, fijando el bisel, por lo tanto es opcional por razones estéticas.⁽¹¹⁾

4.4 Mecanismos de unión.

La adhesión química es representada por las fuerzas de valencia primaria, como ocurre en las uniones iónicas covalentes y metálicas y también por las fuerzas de valencias secundarias, que son fuerzas de Van der Waals. Para que ocurra una adhesión química es necesario que haya una proximidad de más o menos 2°A, y ésta en tejidos dentarios directamente relacionada con la superficie adherente y con la capacidad de humedecimiento del adhesivo.⁽¹⁶⁾

La atracción fuerte de dos sustancias puede darse por la sola unión mecánica o retención, en lugar de atracción molecular. Es posible que esta retención estructural sea poco densa, como ocurre por torniquete, golpe o socavado. También incluye otros mecanismos refinados: la penetración del adhesivo en irregularidades microscópicas o submicroscópicas, por ejemplo poros y surcos en la superficie del sustrato. Un líquido adhesivo fluido o semiviscoso es el mejor para este procedimiento, ya que penetra en los accidentes de la superficie. Después del endurecimiento, la cantidad de proyecciones adhesivas fijas en la superficie adherente suministran las bases para la inserción o retención mecánica.⁽²⁴⁾

Con esta breve revisión de la teoría de los cambios de estado, se discutirán las consideraciones sobre la atracción atómica o molecular.⁽¹⁾

UNIONES INTERATÓMICAS PRIMARIAS. Las fuerzas de unión que enlazan a los átomos son fuerzas cohesivas. Las uniones interatómicas se clasifican

como uniones primarias y uniones secundarias. Las primarias son de naturaleza química mientras que las secundarias se caracterizan por fuerzas físicas; las uniones atómicas primarias son de varios tipos.

- UNIONES IÓNICAS. Este tipo de uniones son del tipo químico simple; resultan de la atracción mutua de cargas positivas y negativas; el ejemplo clásico es el cloruro de sodio, $\text{Na}^+ \cdot \text{Cl}^-$, ya que el átomo de sodio contiene un electrón monovalente en su capa externa y el del cloro tiene siete electrones en esa misma capa, la transferencia de la electrovalencia de sodio al átomo del cloro produce un compuesto estable, NaCl .
- UNIONES COVALENTES. En muchos compuestos químicos se comparten electrones bivalentes. La molécula de hidrógeno, H_2 , es un ejemplo de unión covalente. El electrón univalente de cada átomo de hidrógeno se comparte con el del otro átomo, con el que combina, y las capas se estabilizan. La unión covalente importante es la que ocurre en muchos compuestos orgánicos. El átomo de carbono tiene cuatro valencias que se estabilizan mediante su combinación con hidrógeno. Esta combinación es importante para la comprensión de la estructura molecular de las resinas sintéticas de metales y sus reacciones de polimerización.
- UNIONES METÁLICAS. Un tercer tipo de unión primaria aun que este no es de importancia para nosotros ya que no utilizaremos restauraciones metálicas ya que hablamos de estética. Pero debido a sus cargas eléctricas existe una atracción de átomos.
- FUERZAS DE VAN DER WAALS. Hay atracción entre átomos o moléculas que no son de naturaleza química primaria. De no ocurrir así, sería difícil imaginar la existencia de líquidos, y en particular de sólidos rígidos sin unión química; este tipo de unión se llama unión

secundaria o fuerzas de Van der Waals. Es una unión débil, de naturaleza más física que química.

Las fuerzas de Van der Waals se explican por atracción dipolar, por ejemplo, en una molécula simétrica, como de los gases inertes, el campo del electrón muestra una fluctuación constante. Por lo general, el átomo con los electrones distribuidos de manera uniforme alrededor del núcleo, y producen un campo electrostático alrededor del átomo. Sin embargo, el campo fluctúa y se convierte momentáneamente en positivo y negativo, se crea un dipolo fluctuante que atraerá a los dipolos similares. Estas fuerzas interatómicas son muy débiles; sin embargo, existen.⁽¹⁾

Hay un dipolo permanente en las moléculas asimétricas; el ejemplo más importante de este tipo es la unión de hidrógeno, la unión primaria dentro de la molécula es de tipo covalente. Los dos átomos de hidrógeno comparten sus electrones monovalentes con el átomo de oxígeno; sin embargo, la densidad de electrones alrededor del núcleo de oxígeno es mayor que la del núcleo de hidrógeno. Como resultados, las partes de hidrógeno de la molécula son positivas en relación con el oxígeno: de esta manera se forma un dipolo eléctrico.⁽¹¹⁾

Básicamente existen dos tipos de unión entre dentina y adhesivo; la unión química que tiene menor importancia cuantitativa y la unión física o micromecánica que parece ser la más importante para mantener la adhesión.

La unión micromecánica se basa en dos estructuras muy importantes, la "capa híbrida" y los "tags" intratubulares que son dos estructuras cuya formación debemos favorecer con nuestra técnica adhesiva.

La capa híbrida fue descrita como hallazgo microscópico por Nakabayashi en 1982 y confirmada con posterioridad por infinidad de autores con

posterioridad. Podríamos decir que se forma por la penetración de la resina a través de los nanospacios.⁽²⁴⁾

5. COMPOSICIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS

Los sistemas contemporáneos de adhesión en odontología son la resultante de continuados esfuerzos de investigadores en universidades y laboratorios multinacionales, buscando cada vez más, una mayor biocompatibilidad y adicionalmente reducir significativamente la sensibilidad en la técnica asociada con los actuales sistemas adhesivos y con los agentes de unión a dentina. El que estos materiales se suministren en varios frascos que adicionalmente deben aplicarse con una secuencia rigurosa y definida, podría considerarse como una desventaja en la manipulación de los mismos.

Es apenas obvio que en los diferentes sistemas adhesivos disponibles en el mercado mundial, las sustancias o componentes empleados pueden variar significativamente estableciendo claras diferencias entre unos y otros. Las patentes propiedad a menudo establecen rígidos parámetros de referencia que llevan a diferencias e innovaciones en la composición de estos sistemas adhesivos, buscando una altísima eficiencia con el material restaurativo del mismo productor razón por la cual, sin conocer con exactitud los componentes de los sistemas de adhesión, así como los de los materiales restaurativos es poco responsable y ortodoxo, en cuanto al fenómeno adhesivo a establecer el pretender mezclar materiales de diferentes casas comerciales.

En 1967 surgieron los primeros agentes de unión, más popularmente conocidos como sellantes, los cuales son usados para unir el diente al material restaurador. Estos materiales se presentan en la forma de 2 frascos, uno que contiene un catalizador, el peróxido de benzoilo y otro que contiene una base, en la que tenemos una amina terciaria (dimetil-para-toluidina-sulfonamida).⁽¹³⁾

Respecto al catalizador, en cuanto a la base, el componente principal es el bis-GMA (bisfenol A + metimetacrilato de glicidila). Este tipo de material al comienzo presentaba el inconveniente de venir en dos frascos, había la necesidad de mezclarlos y ocurrían irregularidades de mezclado por la desproporcionalidad de líquidos. A demás de este inconveniente, al ser colocados en contacto el catalizador y la base, de inmediato se iniciaba la reacción de polimerización, lo que comprometía el poder de escurrimiento del material, y por lo tanto comprometía igualmente el poder de retención, por que no ocurre una adecuada penetración al interior de los tags creados por el acondicionamiento ácido del esmalte.⁽¹³⁾

Para resolver este problema los fabricantes lanzaron los sellantes polimerizables, en un único frasco. Básicamente compuestos por bisfenol A + metacrilato de glicidila, estos nuevos materiales presentaban como receptores de luz visible los ésteres vinílicos o alfas diquetonas como conductores de polimerización. Se mejoraba de esta forma el tiempo de trabajo, el problema de escurrimiento dejaba de existir y en consecuencia la retención, definitivamente era mejor. El trabajo de BALDISSERA y colaboradores demuestra que la efectividad de los materiales que no son mezclados puede ser mejor.

Si aparentemente la adhesividad al esmalte parecía estar en ecuación, lejos estábamos de un material capaz de ser utilizado al mismo tiempo en esmalte y dentina. Todos sabemos la difícil tarea que era restaurar una cavidad clase V, cuya pared gingival se encontraba desprovista de esmalte junto a la pared gingival. En ausencia de esmalte GARONE HIJO proponía la confección de un canal de encuentro con la pared axial y con la pared gingival que serviría como una forma de retención.⁽¹³⁾

El resultado dejaba mucho que desear. En otros casos la utilización de sellantes sobre la dentina en nada mejoraba la retención, ya que no había soporte mecánico suficiente.

Además de estos aspectos, la composición heterogénea del esmalte en relación con la dentina creó muchas dificultades del sellado marginal. El esmalte está compuesto por 96% de material inorgánico, 3% de agua y apenas 1% de su composición es orgánica. Con la dentina ocurre lo inverso. Ella está formada esencialmente por material orgánico, 70% básicamente colágeno y agua. El restante 30% es calcio y fosfato.

La dificultad causada por la diferencia de composición entre el esmalte y la dentina, es que surgieron en 1984 los agentes de unión llamados adhesivos de dentina. Así fue que pruebas del laboratorio demostraron que si en términos de retención había ganancia considerable, sin embargo, en términos de infiltración marginal básicamente nada ha cambiado. Sumándose a estos problemas, técnicamente la aplicación complicada por el hecho de ser estos agentes específicos para la dentina. Atentos a estas dificultades, los investigadores presentaron un nuevo agente de unión, esta vez para dentina y esmalte, teniendo como composición principal los ésteres fosfonados de bis-GMA. Los ésteres de bis-GMA presentaron la capacidad de unirse al colágeno después de ser desorganizado por el propio adhesivo. De esta forma BUNKER idealizó un nuevo agente de unión el ahora llamado adhesivo de esmalte y dentina.⁽⁹⁾

Los nuevos sistemas adhesivos de monofrascos, con características especiales de unión a diferentes sustratos, poseen los siguientes elementos por lo que mal pueden ser clasificados como monocomponentes.⁽²⁴⁾

- ✓ Vehículo: medio de transporte de los diferentes químicos de composición. Los tipos de vehículo generalmente usados en los diferentes productos en el mercado mundial pueden ser agua, es lo

mismo que encontramos sobre la superficie dentinaria, funciona mal en situaciones de exceso de agua, pero es el mejor en casos de dentina seca ya que es el único que ha demostrado ser capaz de reflotar las fibras de colágeno y por tanto es el único útil en dentina seca; etanol, es un alcohol y por tanto bastante volátil pero no tanto como la acetona su comportamiento es intermedio; y acetona, que es un solvente que se evapora con mucha facilidad y consigue eliminar por evaporación el exceso de agua si esta no es muy importante, es el solvente ideal en condiciones de exceso de agua; sin embargo es incapaz de reflotar las fibras colágenas colapsadas cuando el substrato está más seco, es el peor solvente en casos de dentina seca.

- ✓ Moléculas bifuncionales: utilizadas también en los denominados primers o imprimadores en el caso de los adhesivos de multifrascos. Esta molécula bifuncional posee un extremo altamente hidrofílico, capaz de humectar la dentina y en especial la malla colágena de la misma, preparándola para la unión con el resto de los materiales restauradores. El otro extremo es de tipo hidrofóbico apto para la unión con el adhesivo o material de restauración respectivo. Estas moléculas bifuncionales, promotoras de adhesión se basan químicamente en tres grupos. –HEMA: 2hidroxi-etil-metacrilato. –BPDM: bifenil-dimetacrilato. 4META: 4metacril-oxi-etil-trimetilato-anhídrido.
- ✓ Grupo de moléculas poliméricas adhesivas: generalmente hidrofóbicas, utilizadas tradicionalmente en el caso de los adhesivos de multifrascos en el bonding agent o agente de unión, en su gran mayoría con base a la llamada molécula de Bowen o bis-GMA bisfenol-glicidil-metacrilato. Como también UDMA para el caso de algunos materiales europeos.

- ✓ Grupos químicos para la polimerización: que pueden ser diquetonas, canforoquinonas e indicadores químicos que permiten la reacción química indispensable para la conversión del biomaterial.
- ✓ Carga inorgánica: algunos sistemas adhesivos incorporan vidrios en su composición con el fin de disminuir la indeseable contracción de polimerización, aumentar la resistencia tensional y otorgar así mismo un efecto anticariogénico mediante la liberación de pequeñísimas cantidades de iones de flúor.

Para demostrar que cada sistema adhesivo es único y característicos de su respectivo material de restauración con modalidades especiales de manipulación de acuerdo a las instrucciones que obligatoriamente deben estar incluidas para cada producto. Nos permitimos transcribir los diferentes componentes químicos de algunos de los más importantes adhesivos para uso odontológico disponibles en el mercado tanto en tipo multifrasco como del monofrasco.⁽²⁴⁾

NOMBRE	FABRICANTE	COMPONENTES
Scotchbond 2	3 M Dental	Imprimador: Acido Maleico- HEMA- H ₂ O- Copolímero de Acido Polialquenoico. Adhesivo: BIS.GMA- HEMA- Camforoquinona.
Syntac	Vivadent	Imprimador: TEG.DMA- H ₂ O- Acido Maleico- Acetona. Adhesivo: PEG.DMA- Glutaraldehido- H ₂ O. Diquetona.
Optibond FL	Kerr	Imprimador: HEMA- GPDM- PAM- Etanol- H ₂ O- Camforoquinona. Adhesivo: BIS.GMA- HEMA- GPDM- 48% Carga de Vidrio de Bario Aluminio Boro

		Silicato- Camforoquinona
Permaquick	Ultradent	Imprimador: HEMA- Balsamo Canada- Etanol- Acido Metacrilico- Fosfato Monom- Camforoquinona. Adhesivo: BIS.GMA- TEG.DMA- Monomeros- Aminas Terciarias- Camforoquinona- 40% de Carga de Vidrio.
Primer & Bond NT	Dentsply	Sistema adhesivo tipo Monofrasco BIS.GMA- UDMA – PENTA- Hidrofloruro de Cetilamina- Acetona- SiO ₂ nano filler- Canforoquinonas
P Q – 1	Ultradent	Sistema adhesivo tipo Monofrasco BIS.GMA- TEG.DMA- HEMA- Etanol- Acido Metacrilico- 40% de Carga de Vidrio.
Single Bond	3 M Dental	Sistema adhesivo tipo Monofrasco BIS.GMA- HEMA- Copolimero de Acido Poliactilico Itaconico- DMA- Etanol- H ₂ O- Camforoquinona.
(24)Excite	Vivadent	Sistema adhesivo tipo Monofrasco BIS.GMA- HEMA- MMPAA- Acrilato de Acido Fosfónico- Etanol- Diquetona- Carga de Vidrio de Silice.
One Coat Bond	Coltene	Sistema adhesivo tipo Monofrasco UDMA- HEMA- HPMA- H ₂ O- Diquetona- Acido poliactilico- Carga de Vidrio de SiO ₂ .
Optibond Solo	Kerr	Sistema adhesivo tipo Monofrasco. BIS.GMA- HEMA- GPDM- Camforoquinona- Etanol- Carga de Vidrio de Bario Aluminio Boro Silicato.

(24)

6. CLASIFICACIÓN DE ADHESIVOS

La clasificación más empleada en el medio científico- tecnológico se basa en la aparición cronológica del sistema adhesivo en el mercado odontológico, se considera que existen seis o siete generaciones, sin embargo, esta clasificación no permite que los sistemas adhesivos sean categorizados con un criterio objetivo y científico.⁽¹⁷⁾

Otra clasificación utilizada es la que hace referencia al número de pasos clínicos y constitución física del sistema adhesivo: multibotes o multicomponentes y monobotes o monocomponentes.

Van Meerbeek y otros (2000), propusieron un sistema de clasificación que se sustenta primordialmente en la estrategia o mecanismo de adhesión utilizado, resumiendo así la diversidad de sistemas que se encuentran en el mercado dental que son capaces de promover la adhesión dental que serán desglosados en los siguientes puntos.⁽¹⁷⁾

6.1. *Autograbantes y no autograbantes.*

Los sistemas autograbadores se basan en el uso de monómeros ácidos que acondicionan, imprimen y se adhieren al tejido dental. Estos sistemas se comercializaron a principio de los años 90. Al inicio se emplearon solo como un sistema acondicionador de la dentina por que su capacidad de adhesión al esmalte era pobre. Hoy en día, se cuenta con formulaciones químicas que son capaces de actuar de manera efectiva tanto en esmalte como en la dentina (Xeno III – Dentsply).⁽⁹⁾

La primera generación de sistemas autograbadores que se introdujeron en el mercado odontológico se utilizaban siguiendo dos pasos clínicos. El primero consistía en la aplicación de una sustancia acondicionadora sobre el tejido

dental (ácido cítrico, maléico, nítrico), no lavable que después de actuar durante 15 – 30 segundos se inactivaba y el segundo paso clínico consistía en la aplicación propiamente dicha del adhesivo (ejemplo: Clearfil Liner Bond – Kuraray, Clearfil SE – Kuraray, Syntac – Vivadent, Optibond – Kerr, F2000 – 3M, Scotchbond 2 – 3M).

La segunda generación de adhesivos autograbadores son los denominados todo en uno, es decir, el agente acondicionador, el primer y el adhesivo se encuentran mezclados químico y físicamente en un solo bote o envase, por lo tanto desde el punto de vista clínico, amerita solo un paso, que consiste en la aplicación directa de una o múltiples capas del adhesivo sobre el tejido dental a tratar (ejemplo: Ecth & Prime 3.0 – Degussa, One Up Bond – Tokuyama, Prompt L Pop 1, 2 – 3M / ESPE, Xeno III – Dentsply).⁽¹⁷⁾

Aparte de la clasificación cronológica, estos sistemas adhesivos también han sido clasificados de acuerdo a la acidez de los compuestos que los constituyen, en moderados y fuertes (Moderado: pH: +/- 2. Fuerte: menor o igual a 1) cabe destacar que esta diferencia en el pH influye directamente en la capacidad de desmineralización del sistema adhesivo, es decir, a menor Ph mayor será la capacidad de desmineralización del adhesivo.⁽⁹⁾

El mecanismo de adhesión de los sistemas autograbadores, se basa en el fenómeno de hibridación dentinal al igual que los sistemas adhesivos convencionales, además de la modificación, transformación e incluso del smear layer en la capa híbrida, con la diferencia que los tags de resinas que se logran obtener con el uso de sistemas autograbadores son más cortos y de menor diámetro que los obtenidos con los sistemas convencionales y que las fibras de colágeno no son totalmente desprovistas de la hidroxiapatita que las cubre. Según algunos estudios, los monómeros funcionales (grupos carboxílicos o fosfatos) de los sistemas autograbadores moderados (pH. +/- 2: Adhesivos 1 – Meta, Clearfil Liner Bond F – Tokuyama), son capaces de

interactuar molecularmente con la hidroxiapatita y establecer un enlace interatómico perdurable.⁽¹⁷⁾

De acuerdo a Van Meerbeek y otros (2000), este mecanismo de adhesión menos agresivo que aquellos que utilizan la técnica de grabado ácido convencional, al parecer, permiten un sellado eficaz de los túbulos dentinarios y márgenes cavitarios durante más tiempo (In vitro), porque gracias a la interacción química entre la hidroxiapatita y el monómero mejora significativamente la resistencia al proceso de degradación hidrolítica del adhesivo y asegura una posición estable del mismo. Un aspecto importante a tomar en cuenta es el grosor de la capa del adhesivo que se logra obtener después de aplicar un sistema autograbador moderado, que es menor a la que se obtiene cuando se emplea un sistema adhesivo convencional. Según Blunck (2002), el grosor de la capa adhesiva es un factor secundario en los sistemas autograbadores, porque su mecanismo de adhesión principal se basa en la disolución, transformación e incorporación del smear layer como parte funcional de la zona de hibridación dentinal y en la interacción molecular entre la hidroxiapatita remanente y el monómero adhesivo. Con la finalidad de aumentar el grosor de la capa híbrida algunos investigadores ha propuesto la adición de nanopartículas a esta clase de adhesivos, aunque no existen muchos estudios al respecto.⁽¹⁹⁾

Según Gordan & otros (1998), los sistemas autograbadores no solamente simplifican la técnica clínica, sino que también disminuyen la sensibilidad de la técnica en comparación con los sistemas convencionales. Entre otros ventajas de estos sistemas destacan.⁽¹²⁾

- ❖ Desmineralización e infiltración de resina simultánea.
- ❖ Posibilidad de monodosis: Permite el control de la evaporación del solvente y así mantener la composición estable del adhesivo.

- ❖ Adecuada interacción monómero – colágeno.
- ❖ Efectivo desensibilizador dentinal.
- ❖ Menor importancia a la humedad dentinal.
- ❖ Disminuye el riesgo de las infecciones cruzadas.

Con respecto a las desventajas algunos investigadores citan:

- ❖ Insuficientes estudios (In vitro / In vivo) a largo plazo.
- ❖ La fuerza de adhesión que se logra en el esmalte es suficiente, pero es inferior a la que se obtiene con los sistemas adhesivos convencionales (técnica de grabado total), aunque éste es un tema controversial en la actualidad.

Es importante destacar, que cuando se utilice la técnica de grabado total el sistema adhesivo convencional, el ácido fosfórico se debe enjuagar antes de aplicar el adhesivo, a diferencia, cuando se emplea un sistema autograbador todo en uno, el paso clínico de lavado y enjuague del agente acondicionador se omite, porque éste, por lo general, se inactiva químicamente 15 – 30 segundos después de haber sido aplicado.

Con respecto a los sistemas autograbadores, se podría decir que su efectividad adhesiva es igual o inferior a los sistemas adhesivos convencionales, aunque no existen estudios a largo plazo que garanticen una adhesión duradera, principalmente sobre esmalte, por otra parte se sugiere que los sistemas autograbadores de última generación (ejemplo: Xeno III – Dentsply, One Up Bond F – Tokuyama), se obtienen fuerzas de adhesión superiores en comparación con otros sistemas aunque no existen estudios concluyentes al respecto.⁽¹⁹⁾

Otra línea de adhesivos, familia de los sistemas autograbadores se patentaron hace algunos años, son los llamados adhesivos autograbadores para compómeros – Compomer Adhesives – (ejemplo: Prompt L Pop for compomer – 3M / ESPE, F2000 Adhesive – 3M / ESPE, Compoglass – Vivadent) se introdujeron en el mercado con la finalidad que se utilizaran como el sistema adhesivo de elección para los compómeros o resinas poliácidas. Inoue & Otros (2000), realizaron varios estudios longitudinales In vivo donde utilizaron los adhesivos autograbadores para compómeros como medio de unión con el substrato dental. Ellos reportaron que a los tres meses el 92% de las cavidades obturadas se encontraban en condiciones óptimas, a los 6 meses más del 60% de las cavidades se habían filtrado, el 52% de las cavidades habían cambiado de color y el 72% de los pacientes referían sensibilidad al frío.⁽¹⁷⁾

Se sugiere que el fracaso de esta clase de adhesivos, se debe a su leve capacidad desmineralizante, que no es capaz de crear un patrón óptimo de retención y eliminar el smear layer, por lo tanto, a nivel del esmalte no se formaran los macrotags de resina y en la dentina debido a la obliteración parcial o total del túbulo dentinario y la escasa hibridación del tejido no se logrará conformar una capa híbrida efectiva que garantice el sellado biológico y la homeostasis del complejo dentino – pulpar.

6.2. Fotopolimerizables, autopolimerizables y duales.

Consiste en un cambio de estado, de líquido a sólido. El activador para su polimerización puede ser química (generalmente amina terciaria) o lúminica (luz halógena), de aquí que existen Quimiopolimerizables o fotopolimerizable. Algunos pueden reunir ambos tipos y son adhesivos de polimerización DUAL.⁽¹²⁾



Uno de los inconvenientes de la reacción de polimerización es la contracción de fraguado, que puede originar un GAP de separación entre el adhesivo y superficie adherente. La polimerización del adhesivo debe ser previa a la de resina compuesta.⁽¹²⁾



Se prefieren los adhesivos Fotopolimerizables porque alcanzan altos valores de resistencia, que los quimiopolimerizables. Las resinas adhesivas, han de tener cierta flexibilidad y elasticidad, que le permitan acumular las tensiones, que no pueden absorber estructuras más rígidas.⁽¹⁶⁾



6.3. Por su evolución.

La amplia demanda y uso de adhesivos dentales ha impulsado el desarrollo en rápida sucesión de adhesivos mejores y más fáciles de usar. Los dentistas se han visto literalmente inundados por oleadas de “generaciones” de materiales adhesivos. Aun que el término “generación” no tiene una base científica en el campo de los adhesivos y es más bien arbitrario, sirve para el propósito de organizar una mirada de materiales en categorías más comprensibles.

Las definiciones “generacionales” ayudan a identificar los principios químicos involucrados, la fuerza de adhesión a la dentina y la facilidad de uso para el clínico. Finalmente, este tipo de clasificación beneficia al dentista y al paciente a simplificar el proceso de elección en el consultorio.

Los adhesivos, aparecidos al final de los años 70, no era realmente tal cosa. Aun que su fuerza de adhesión al esmalte era alta, su adhesión a la dentina era lastimosamente baja, típicamente no mayor a los 2 MPa generalmente todas las generaciones de adhesivos se unen bien a la estructura microcristalina del esmalte, el principal problema para el dentista es la fuerza de unión a la dentina, tejido semi-orgánico. 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. Era común observar el despegamiento de la interface dentinal en pocos meses. Estos adhesivos se indicaban primariamente para cavidades pequeñas, con retención, de clases III y V. La sensibilidad postoperatoria era común cuando estos agentes eran usados para restauraciones oclusales posteriores. Se presentan en la forma de dos frascos, uno que contiene un catalizador y otro con la base, los cuales debían mezclarse pero presentaban inconvenientes como iniciar su proceso

de polimerización inmediatamente después del mezclado, comprometiendo el poder de escurrimiento del material y por supuesto la retención.⁽²¹⁾

Los adhesivos dentinarios iniciales se basaron en el modelo de los eficaces agentes de conexión a base de silano. La conexión con silano se ha empleado para fijar el relleno inorgánico con la matriz de la resina compuesta, para unir las carillas de porcelana con el esmalte grabado a través de los cementos de resina y para reparar las fracturas de la porcelana con resina compuesta. De forma general, la conexión con silano se puede representar con M-R-X donde M es un grupo de metacrilato insaturado capaz de copolimerizar con una resina sin relleno o con la matriz de una resina compuesta, la X es un grupo que reacciona químicamente con el sustrato de sílice y la R es un grupo espaciador que permite la movilidad del grupo M después de que el grupo X se ha inmovilizado cuando ha reaccionado con la superficie. En todas las aplicaciones odontológicas, la conexión con el silano es el γ -metacriloxipropil trimetoxisilano. En la práctica los grupos metil se hidrolizan y generan grupos silanol, que se puede condensar con otros grupos silanol que recubren la superficie de cualquier sustrato silíceo expuesto al aire (húmedo).⁽¹⁾

No es de extrañar que los primeros adhesivos dentinarios que contenían grupos X ácidos se diseñaran para reaccionar con la porción mineral, específicamente con el calcio de la hidroxiapatita. El primer producto, comercializado, contenía un agente activo, el dimetacrilato de ácido glicerofosfórico; este material tuvo un éxito clínico reducido por las mismas razones que limitaban las aplicaciones del grabado del esmalte. Esto se debe a la alta contracción y la gran expansión térmica de las restauraciones de resina acrílica usadas de forma habitual en este período.

Al comienzo de los 80 se desarrolló una 2ª GENERACIÓN bien diferenciada; debido a que los investigadores presentaron un nuevo agente de unión, esta

vez para dentina y esmalte teniendo como composición principal los esteres fosfonados de BISGMA, con capacidad de unión al colágeno; también llamado el adhesivo de esmalte y dentina. Estos productos intentaban usar la capa residual (smear layer) como substrato para la adhesión. Esta capa está unida a la dentina subyacente a niveles insignificantes de 2 a 3 MPa y las débiles fuerzas de adhesión de esta “generación” (2 a 8 MPa a la dentina) hacían todavía la retención en la preparación de cavidades. Las restauraciones con márgenes en dentina presentaban exagerada microfiltración y las restauraciones en posteriores adolecían de considerable sensibilidad posoperatoria. La estabilidad a largo plazo de los adhesivos de segunda generación era problemática y la tasa de retención a un año para las restauraciones no pasaba de un 70%.⁽²¹⁾

Se pensaba de forma unánime que el desarrollo de la adhesión dentinaria podría revolucionar la práctica de la odontología conservadora, disminuyendo las extensiones por retención de las cavidades que se requerían para fijar las obturaciones directas. Especialmente, se pensó que si se pudiera lograr una adhesión dentinaria adecuada, se podrían emplear resinas compuestas para restaurar abrasiones cervicales sin la necesidad de realizar formas suplementarias de retención de la cavidad.⁽¹⁾

Al final de los años 80 aparecieron dos sistemas de doble componente: iniciador (primer) y adhesivo. Las mejoras notables que estos agentes de unión presentaban justifica que se les clasifique como una 3° GENERACIÓN. El incremento significativo de la fuerza de adhesión a la dentina, debido al cierre de calcio ejercido por los esteres fosfanados hace que haya uniones cruzadas más intensas, 8-15 MPa, disminuyo la necesidad de retención en las preparaciones cavitarias. Las lesiones por erosión, abrasión pudieron ser tratadas con preparaciones mínimas, dando comienzo a la odontología ultraconservadora. Los adhesivos de tercera generación presentan la desventaja de venir en dos frascos en el frasco A tenemos la

resina y en el frasco B el alcohol aromático fotoiniciador de la polimerización. Una notable disminución de la sensibilidad posoperatoria en las restauraciones oclusales posteriores fue también un avance bienvenido. La tercera generación fue también la primera generación en adherirse no solamente al esmalte y dentina sino también a cemento, metales y cerámica. La parte negativa de estos agentes de unión fue su corta duración. En varios estudios se constató que la adhesión de estos materiales empezaba a decrecer después de tres años en boca. Sin embargo, a pesar de niveles altos de sensibilidad posoperatoria, la demanda por parte de los pacientes de restauraciones color diente impulsó a algunos dentistas a ofrecer obturaciones posteriores en resina compuesta como procedimiento de rutina.⁽¹⁻¹³⁾

Los procedimientos de los adhesivos de tercera generación pretendían realizar un acondicionamiento de la dentina de dos formas: modificando el barrillo dentinario para mejorar sus propiedades y eliminar el barrillo dentinario sin alterar el material que tapaba los tubulillos dentinarios.

Al comienzo de los años 90, los agentes de unión de 4° GENERACIÓN transformaron la odontología. La alta fuerza de unión a la dentina, entre 17 y 25 MPa, y la disminución de la sensibilidad post-operatoria en restauraciones oclusales posteriores, impulsaron a muchos dentistas a empezar el cambio de amalgama por resinas compuestas en obturaciones directas en dientes posteriores. Esta generación se caracteriza por el proceso de hibridación en la interface dentina-resina compuesta. Esta hibridación es el remplazo 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 involucrando tanto a los túbulos dentinarios como a la dentina intratubular, mejorando extraordinariamente la fuerza de unión a la dentina. El grabado total y la adhesión a dentina húmeda, conceptos desarrollados por Fusayama y Nakabayashi en Japón en los años 80 introducidos a los

Estados Unidos por Bertollotti y popularizados por Kanca, son las grandes innovaciones de la cuarta generación de adhesivos. Básicamente no se diferencian de los de tercera generación en composición, a penas la variación ocurre en la forma de presentación, con la ventaja de ser fotopolimerizables a diferencia de los de tercera generación que eran de polimerización química.⁽²¹⁾

Ahora, tal cual, los sellantes de segunda generación, un frasco facilita la homogeneidad del agente, manteniendo la composición, siendo está una buena ventaja. Igualmente que las investigaciones demostraban la gran superioridad de estos agentes sobre los sellantes, aun así la retención no era satisfactoria, por lo menos en términos, en relación con la dentina. Los investigadores iniciaron entonces nuevos estudios para aumentar la calidad de retención y al mismo tiempo intentar disminuir la filtración marginal, la cual, como se sabe, no guarda ninguna relación directa con el grado de influencia. Básicamente la idea residía en aumentar el grado de modificación, de alteración o hasta la misma desorganización del colágeno y con esto posibilitar un llenado mayor. Los adhesivos hasta entonces existentes limitaban su acción en el tiempo de contacto y de demora para que ocurriera la polimerización; en los de polimerización química este tiempo giraba en torno a las dos minutos, entre tanto en los de polimerización física, ésta se daba inmediatamente, o sea, el tiempo de acción de la luz visible.⁽²¹⁾

Para que la acción de la alteración del colágeno se dé de manera más concreta, los fabricantes lanzaron los adhesivos con preacondicionamiento de la dentina, a semejanza de lo que ocurre con el esmalte. Así el nuevo material, lanzado en dos frascos para ser mezclados como aquellos de tercera generación, pero siendo utilizados individualmente, con finalidades diferentes, recibirá entonces la clasificación de agentes de unión de 5° GENERACIÓN.

El acondicionador de dentina es un precursor, básicamente compuesto por agentes descalcificantes de baja intensidad, los cuales remueven parcialmente el barro dentinario, modifican la malla de colágeno propiciando una intimidad del agente de unión que será colocado posteriormente. El otro frasco, el adhesivo propiamente dicho, es pincelado sobre esta dentina preparada y sobre el esmalte ya acondicionado por ácido fosfórico al 37% sirviendo entonces como una resina intermediaria. El precursor es un facilitador, un preparador de adhesividad, principalmente en dentina. A la par de las incuestionables ventajas que estos materiales presentan, se han dado algunos problemas. Todos son hidrofóbos, no se unen en presencia del agua, y siendo la dentina una superficie húmeda sería responsable por la no adhesividad que podría ocurrir en algunas situaciones, pues la película de humedad impediría la intimidad del agente de unión con la dentina. Por otro lado al secar demasiado a la dentina se deshidrata y también los canalículos, pudiendo ocurrir un fenómeno de aspiración y tensión de forma constante e intensa en la dentina, pudiendo esto determinar la aparición de una sensibilidad postoperatoria. La fuerza de retención a la dentina está en un rango de 20 a 25 MPa y más adecuada para todos los procedimientos dentales (excepto en conjunción con cementos de resina autocurable y de resinas compuestas autocurables).⁽¹³⁾

Los procedimientos dentales tienden a ser, por una parte estresantes, y por otra, sensibles a las variaciones en la técnica. Cuando algo de ese estrés se logra eliminar todos los dentistas, sus auxiliares y los pacientes salen favorecidos. Los agentes de unión de la quinta generación, fáciles de usar y de resultados predecibles, son los adhesivos más populares en la actualidad. Además hay poco riesgo de sensibilidad a la técnica en un material que se aplica directamente a la superficie preparada del diente. La sensibilidad postoperatoria ha sido reducida.

Los dentistas y los investigadores están tratando de eliminar el paso del grabado ácido o de incluirlo químicamente dentro de alguno de los otros pasos. La 6° GENERACIÓN de adhesivos no requiere grabado, al menos en la superficie de la dentina, por ser hidrofílos. Si bien esta generación no está aceptada universalmente, hay un número de adhesivos dentales presentados en el año 2000 en adelante, que están diseñados específicamente para eliminar el paso de grabado. Estos productos tienen un acondicionador de la dentina entre sus componentes; el tratamiento ácido de la dentina se autolimita y los productos del proceso se incorporan permanentemente a la interface restauración-diente. Estos materiales son encontrados en 3 frascos: uno donde se encuentra el agente de limpieza de la dentina; el segundo, donde encontramos el acondicionador de la dentina y el tercero, que es un adhesivo propiamente dicho. Este grupo de materiales están siendo denominados también universales por su amplia gama de utilización, tales como en restauraciones, en prótesis adhesivas, en amalgamas adhesivas, reparaciones gingivales en prótesis y cualquier tipo de reparación, MUNKSGAARD y ASMUSSEM. Estos productos han desempeñado un gran revolución en lo que se refiere a la adhesividad porque remueven el barro dentinario intercanalicular, producen intensa exposición de la malla de colágeno que se mantiene húmeda (indispensable) y será infiltrada por el precursor-adhesivo, que al polimerizar producirá una fuerte unión adhesiva.⁽²¹⁾

Algunos investigadores han planteado dudas sobre la calidad de la unión con el paso del tiempo en boca. Lo interesante es que la adhesión a la dentina (18 a 23 MPa) se sostiene con el transcurso del tiempo, mientras que la adhesión al esmalte no grabado ni preparado es la que está en entredicho. Además, los múltiples componentes y múltiples pasos en las variadas técnicas de la sexta generación pueden causar confusión y conducir a un

error. También se ha expresado preocupación sobre la eficacia y prognosis de varios procedimientos innovadores de mezcla.⁽¹⁾

Un nuevo sistema simplificado de adhesión recientemente introducido al mercado es el primer representante de la 7° GENERACIÓN de materiales adhesivos. La 7° generación simplifica la multitud de materiales de la 6° generación reduciéndolos a un sistema de un solo componente y un solo frasco. Tanto los adhesivos de la 6° generación como los de la 7° ofrecen el autograbado y el autoiniciado para los dentistas que buscan procedimientos perfeccionados, con baja reacción a variaciones en la técnica y poca o ninguna sensibilidad postoperatoria.⁽²¹⁾

Aunque los agentes de unión disponibles en la actualidad unen con efectividad las resinas compuestas a la dentina, pueden ser mejorados. Cuando se manipulan bajo condiciones cuidadosamente controladas la longevidad de la resina adherida es tan buena como la de cualquier otro material usado en odontología restauradora; pero por desgracia, algunos de estos sistemas han demostrado ser más sensibles a las fluctuaciones de la técnica que lo que se suponía originalmente. En un estudio con adhesivos de cuarta generación (que posiblemente puede aplicar en los de quinta generación), HASHIMOTO ha demostrado que a lo largo del tiempo puede haber un desprendimiento gradual de la superficie dentinaria.

La fuerza de adhesión de restauraciones posteriores de resina compuesta adheridas con materiales de cuarta generación disminuyo casi un 75% por envejecimiento en un periodo de tres años. Además el microscopio electrónico de rastreo ha demostrado que algunas de las fibras de colágeno bajo la zona de hibridación han sufrido alguna degradación. Aunque este estudio se realizó en dientes posteriores primarios, la misma conclusión puede ser extendida a dientes permanentes restaurados en razón de que el mecanismo de unión a colágeno y la formación de la zona de hibridación son

similares para ambos tipos de dentición. Aunque no se han demostrado las razones específicas de estos hallazgos, las causas más probables pueden ser atribuidas a los procedimientos de manipulación asociados con el propio proceso de adhesión. Específicamente es probable que una vez que se ha completado el proceso de descalcificación, el iniciador del agente de unión no alcanza a penetrar completamente en algunos de los espacios que quedaron vacíos entre las fibras de colágeno. Sin la protección de 1-hidroxiapatita natural o en su defecto del componente de resina del adhesivo, las fibras expuestas de colágeno simplemente sufren una degradación biológica.⁽²¹⁾

Este problema puede estar relacionado en parte con la manera en que los agentes de unión de cuarta o quinta generación son usados. En ambos el agente grabador se usa primero para desmineralizar la dentina. Cuando esto se completa, el clínico aplica el agente de unión a la dentina para reversar el proceso que ha sido realizado por el ácido grabador. A menos que el dentista sea muy cuidadoso con el número de aplicaciones de iniciador y también con el tiempo necesario para permitir una difusión completa del adhesivo dentro de la dentina desnaturalizada, no se logrará una penetración adecuada. Obviamente hay otros factores que pueden afectar este nivel de penetración. Resecar la preparación, evitando dejar agua residual en la superficie (para una adhesión en húmedo) puede frenar la penetración del iniciador en la dentina. Pero un exceso en la superficie puede tener el mismo efecto. Otra fuente potencial de una inadecuada difusión del adhesivo puede ser la vaporización prematura del solvente, alcohol o acetona, contenido en el agente de unión.⁽¹⁻²¹⁾

6.4. Sistemas multicomponentes y monocomponentes.

Los sistemas multicomponentes se refieren al uso de dos frascos como en el caso de los adhesivos de 1°, 2°, 3°, 5°, y 6° generación. Estas generaciones

utilizaban acondicionador y adhesivo o primer y bonding o igualmente llamados catalizador y base. La composición de los agentes de unión tradicionales (Bonding-Agent) fundamentalmente es la misma de la fracción orgánica de la resina compuesta, pero sin carga o con cargas de vidrio en porcentaje menor.⁽¹⁷⁾



(6)

La presentación comercial inicial es en dos frascos con resina líquida, en uno viene el iniciador (peróxido de benzoilo) y en el otro el activador. Se dispensa una gota de cada uno, se mezclan y se aplican mediante un pincel en una capa delgada sobre el substrato dentario. Estos agentes de unión de resinas líquidas, fueron muy populares hasta hace poco tiempo; resinas como Adaptic, Concise, Nuva-fil, Silar, proporcionaban en sus estuches junto a la resina el agente ácido y los dos frascos con la resina líquida como agentes de unión. Las resinas líquidas demuestran buena efectividad en el logro de sellado marginal de la restauración, cuando existe esmalte circulante; sin embargo, sobre dentina o cemento radicular son inefectivas particularmente por ser hidrofóbos.⁽¹⁷⁾

PRODUCTOS DE VARIOS COMPONENTES		
Adhesive by Choice/Enhanced (Mirage Dental Systems)	Clearfil Liner Bond V (Kuraray/ J. Morita USA)	Permaquick (Ultradent)
AeliteBond (Bisco)	Creation 3 In One (Den-Mat)	PowerBond (Cosmedent)
All-Bond 2 (Bisco)	Dentastic (Pulpdent)	Prime & Bond NT Dual Cure (Dentsply/Caulk)
Amalgambond Plus (Parkell)	Dent Bond (Denpac)	ProBond (Dentsply/Caulk)
Ana Norm (Nordicka)	Denthesive II (Heraeus Kulzer)	Restobond (Lee)
A.R.T. (Coltene/Whaledent)	Dentin Bond LC (Bosworth)	Scotchbond Multi-Purpose Plus
AsepfBond (KHS)	DiamondBond (DMR)	Syntac (Ivoclar-Vivadent)
Bond-It! (Jeneric Pentron)	Dual Cured Scotchbond (3M)	Tenure (Den-Mat)
Bondlite (Kerr)	Encore Bond (Centrix)	Tooth Adhesive (Cosmedent)
C-Bond (Megadenta)	Imperva Bond (Shofu)	Wet Bond (Mirage Dental Systems)
Clearfil Liner Bond (Kuraray/ J. Morita USA)	OptiBond/OptiBond FL (Kerr)	X-R Primer/X-R Bond (Kerr)
Clearfil New Bond (Kuraray/ J. Morita USA)	PAAMA 2 (SDI)	
	PC Bond (Health-Dent)	
	Permagen (Ultradent)	

(6)

En cuanto a las presentaciones de monofrasco encontramos en generaciones como 4° y 7°, aunque existen diferencias entre ellos estos comparten la idea del monofrasco, o imprimadores.

PRODUCTOS DE UN SOLO COMPONENTE	
Bond-1 (Jeneric Pentron)	Gluma One Bond (Heraeus Kulzer)
Dentastic Uno (Pulpdent)	Single Bond (3M)
Dent Bond Single Step (Denpac)	Solobond M (Voco)
One-Step (Bisco)	Syntac Single Component (Ivoclar-Vivadent)
OptiBond Solo Plus (Kerr)	Tenure Quick (Den-Mar)
Prime & Bond NT (Dentsply/Caulk)	Excite (Ivoclar/Vivadent)
PQ1 (Ultradent)	

(6)

Los estudios de Farley y colaboradores desarrollan un nuevo grupo de agentes de unión denominados imprimadores (primers). Contando con el substrato dentario modificado, el agente de unión de tipo imprimador posee grupos químicos activos incorporados dentro de un vehículo de resina líquida que permite cierto tipo de reacción química con el substrato dentario para lograr la adhesión, retención y sellado, sin depender exclusivamente de la microporosidad, como sucede con las resinas líquidas previamente descritas. Su aplicación es efectiva sobre dentina. Dentro del grupo de imprimadores de acuerdo con los grupos químicos se han utilizado los siguientes.⁽¹⁰⁾

- Derivados del N-Fenil-Glicene y el NPG-G.M.A., propuesto por Bowen, y de efecto quelante al calcio.
- Derivados de fosfonados, quizás los más populares.

El doctor Takao Fusayama en su texto Nuevos Conceptos en Odontología Operatoria, describe la resina compuesta Clear-Fil-Bond System F., la cual viene provista de un agente imprimador cuyo líquido universal es una solución de etanol de aminas como agente activador. El líquido catalizador es un comonomero de BIS-GMA (fórmula de Bowen) incorporado con peróxido de benzoilo y un éster fosfórico; la mezcla de los dos en partes iguales, se pinta sobre el esmalte o dentina. De acuerdo con fusayama, este imprimador no solo penetra la microporosidad del esmalte logrando agarre

mecánico, si no también posee una alta actividad química de atracción tanto a esmalte como a dentina; lograda esta unión no hay necesidad de retenciones adicionales, y en consecuencia es posible conservar el máximo de tejido dentario. ⁽⁹⁾

PRODUCTO	FABRICANTE	COMPOSICIÓN
Quora Ultra Bond	Heraeus/Kulzer	HEMA, UDMA, 4-META, acetona, carborquinona
One Step	Bisco	BIFDM, BIS-GMA, HEMA, acetona
Optibond Solo	3M	BIS-GMA, HEMA, GPDMA (glicidilmetacrilato dimetacrilato), etanol
3M Prime Bond	Ultradent	resinas de sílice, vidrio de bario, hexafluoroborato de sodio (25% relleno)
Prime & Bond NT	Dentsply/Caulk	HEMA, monómeros patentados, carborquinona, bonelicato de bario 43%, resinas naturales patentadas, BisGor, etanol 8%
		PCVDA, R-1-62-1, acetona, carborquinona, cetilamina hidrofóbica, nanorelleno (óxido de silice amorfo) dos resinas elastoméricas patentadas



(6)

6.5. Por su naturaleza química.

Los ésteres fosforados. El agente adhesivo amelodentinario más antiguo es el Scotchbond 1, al principio auto y después fotopolimerizable (3M) que dejó su lugar al Scotchbond 2 (BIS-GMA), con mejores resultados. Le han sucedido numerosos productos que, siendo de la misma familia, presentan a menudo fórmulas ligeramente modificadas que pueden inducir diferencias en el funcionamiento. Las variaciones más frecuentes se encuentran en el alcohol disolvente o etanol. El alcohol parece asegurar una fluidez mayor y, por lo tanto, una mejor capacidad de mojado. ⁽¹²⁾

La unión de estos adhesivos se efectúa en dirección a los grupos calcificados. La eficacia, por lo tanto, está determinada por el índice de calcio in situ. La profundidad desempeña un papel importante, ya que las capas profundas son más ricas en materia orgánica. En este caso cualquier pretratamiento ácido está formalmente contraindicado. La tolerancia biológica de estos adhesivos ha sido considerada conveniente, lo que no excluye el empleo de un agente protector en las cavidades profundas, como para

cualquier otro material resinoso. Algunos productos más recientes son capaces de unirse al colágeno, característica muy interesante (Prisma Universal Bond 2).

Las Resinas BIS-GMA. Se trata de una mezcla de ésteres de metacrilato con base BIS-GMA, generalmente sin relleno. Un representante actual de esta familia, fruto de las investigaciones de Bowen, es el Restobond 3 (Lee Pharmaceuticals), que utiliza un acondicionador y un Sealer, tal como se ha indicado previamente.⁽¹²⁾

Los adhesivos dentinarios se aplican únicamente sobre la dentina; un agente adhesivo en el esmalte completa el tratamiento. Los poliuretanos (Dentin Adhésit, Vivadent). Son inestables y sensibles a la humedad, su empleo es complejo y su poder de adhesión a la dentina es moderado (3 MPa); sin embargo, su facultad de sellar los túbulos, consiguiendo un buen aislamiento dentinario, y su buena tolerancia biológica incitan a seguir con interés la evolución de estos productos. También presentan la cualidad nada despreciable de ser los únicos adhesivos capaces de resistir el ataque ácido.

Adhesivos tipo glutaraldehído HEMA. La solución acuosa del glutaraldehído y del 2-hidroxi-etil-metacrilato (Gluma Dentin-bond, Bayer) asegura una unión química con la dentina a nivel de sus componentes orgánicos. La cifra de adhesión anunciada por los promotores entre 12 y 17,5 MPa es excelente e incita a la elección de este procedimiento en los casos de exposiciones dentinarias muy importantes, pero hay que tener en cuenta que esta cifra ha sido muy discutida. La tolerancia biológica parece conveniente, pero la prudencia sigue siendo la regla, ya que se han presentado pocos estudios sobre este material. La exigencia de dejar libres los enlaces colagénicos implica un pretratamiento ácido (Gluma Cleanser, Bayer). Los argumentos a favor de los sistemas dobles (adhesivo dentinario + adhesivo de esmalte) se basan sobre todo en la obtención de una mejor estanqueidad. Los agentes

adhesivos exclusivamente de esmalte están menos expuestos a la hidrólisis y a la solubilidad, pero el protocolo clínico es mucho más laborioso.⁽¹²⁾

Los adhesivos amelodentinarios tipo 4 META, gracias a su catalizador, el tri-NBB que produce una reacción con las cadenas polipeptídicas de la dentina asegura una gran unión con los tejidos mineralizados o con los metales pretratados (Superbond-Morita).⁽¹²⁾

Asociación tri-N-borano = resina 4 META:

- El tri-N-borano se une a las cadenas polipeptídicas de la dentina.
- La resina 4META se une a los grupos poliol de la apatita.

7. SUBSTRATO ADHERENTE

Desde el punto de vista estructural, cuando hablamos de adhesión en odontología contemporánea (Técnicas directas), se hace referencia principalmente al esmalte y la dentina, por ser los substratos adherentes que se encuentran afectados (lesiones cariosas, fracturas, anomalías dentales, etc.). Esta distinción entre los substratos adherentes es imperante, ya que uno de los factores requeridos para que se logre una adhesión efectiva entre dos superficies, es que ambos posean una composición homogénea, es obvio que el esmalte y la dentina son diferentes desde el punto de vista morfofisiológico, por lo tanto, el mecanismo de adhesión varía entre substrato y material.

Es un punto de vista ampliamente aceptado que la promoción y la comprensión de interacciones entre los materiales y un substrato, por ejemplo dientes, se basa en el conocimiento de la composición y de las características de comportamiento y morfológicas del substrato. De hecho, los éxitos clínicos con la adhesión de la resina polimérica al esmalte han estado y seguirán estando fundamentados en la riqueza de las investigaciones que han servido para caracterizar este tejido dental duro, tanto in vivo como in vitro, así como los factores que influyen en el procedimiento.

7.1. *Adhesión a Esmalte.*

El esmalte es el más duro de los tejidos minerales del cuerpo y cubre la corona anatómica del diente, siendo más espeso sobre las cúspides y más fino en la base de las fosas, fisuras y en la región cervical de la corona. El componente inorgánico del esmalte principalmente constituido de apatita en su forma de hidróxido, flúor o carbono, siendo los dos mayores componentes inorgánicos el calcio y el fosfato, con leves variaciones. El esmalte posee una

estructura cristalina, donde los cristales poseen dimensiones ultra-microscópica, razón por la cual son frecuentemente denominados cristalititos. Estos cristalititos de apatita están envueltos en una matriz orgánica que representa menos del 1% de la composición de un esmalte duro, de este porcentual menos de la mitad se constituye de proteína, principalmente la enamulina. El agua también está presente en el esmalte, se encuentra principalmente asociado a la matriz orgánica y envuelta a los cristalitito de apatita, estando en mayor proporción (4%) que el componente orgánico.⁽⁵⁾

En términos de propiedades físicas, es interesante resaltar que la composición del esmalte le confiere propiedades físicas únicas: su dureza es muy alta, variando de 200 a 500 Knoop, situándose en el grado 6 en la escala de Mohs. Posee un alto módulo de elasticidad (alta rigidez) y relativamente baja resistencia a la tracción, característica indicativa de un material muy friable, que no solamente se fractura fácilmente debido a la alta resistencia a la comprensión de la dentina, de la cual el esmalte deriva su funcional durabilidad.⁽³⁾

El esmalte es poroso y participa efectivamente de un gradiente activo envolviendo fluidos entre la pulpa y el medio oral externo, aunque su porosidad sea selectiva, permitiendo el pasaje de agua e iones, pero excluyendo el pasaje de grandes moléculas. El alto contenido inorgánico del esmalte le confiere una cantidad impar de traslucimiento, posibilitando una gran transmisión de color por la dentina, especialmente en las regiones cervicales donde el esmalte es fino, siendo las regiones de mayor espesura más opacas, con una tendencia al azulado y al gris. En lo que se refiere a su micromorfología, el componente básico microscópico del esmalte es el prisma que, de acuerdo con GWNETT, varía en tamaño de 4 a 7 mm y se origina cerca de la unión amelo-dentinaria, siguiendo un curso tortuoso en los dos tercios más internos de su estructura antes de alinearse paralelamente en su tercio más externo. Los prismas alcanzan su superficie de la estructura

dental casi que perpendicularmente a su tangente, pero, es importante resaltar que ni todos los prismas alcanzan la superficie, como demostrado tanto en denticiones primarias como permanentes, donde una zona homogénea, libre de prismas puede ser encontrada.⁽¹³⁾

La variación en la orientación de los cristales en relación a la superficie atacada determina el modo de destrucción del ácido grabador. Silverstone describió tres tipos de relieve.⁽⁵⁾

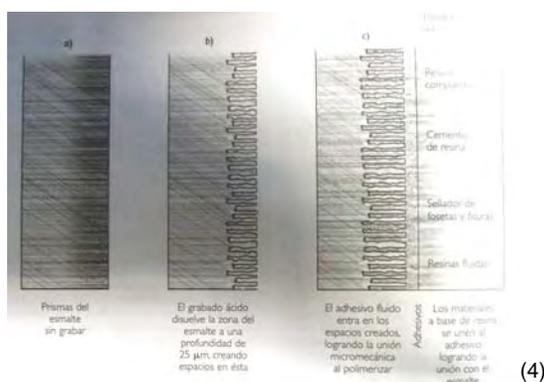
- ✚ Tipo I, el más frecuente, denominado en “nido de abejas” corresponde a la destrucción del esmalte intraprismático.
- ✚ Tipo II, el menos frecuente, determinado por la destrucción de las zonas interprismáticas, el corazón del prisma se mantiene indemne.
- ✚ Tipo III, se debe a la coexistencia de los dos tipos precedentes. Se observa una ausencia de relieve, consecuencia de la fusión uniforme de los cristales orientados todos ellos según el mismo eje o de un esmalte especialmente resistente a la acción del ácido, esmalte fluorótico, por ejemplo.

Los tipos I, II y III, pueden encontrarse a poca distancia en un mismo diente. Existen variaciones en función de la edad y de la zona estudiada. El relieve conseguido será menos acentuado en los individuos jóvenes, especialmente en la zona cervical, debido a la presencia de una fase orgánica más importante que inhibe la disolución. Este fenómeno disminuye con la edad. Por otra parte, en los dientes maduros algunas zonas son menos reactivas que otras, dependiendo de la dirección de los prismas en la región considerada. En el examen de los prismas con el MEB se aprecia generalmente una buena penetración de los fluidos, primero del ácido y luego del adhesivo; sin embargo, sobre un corte longitudinal, el resultado es muy desigual, lo que explica algunos fracasos.



Micromorfología del esmalte mostrando su componente básico: la disposición paralela de sus prismas (1000x).

La adhesión a la estructura del esmalte es pobre por ser recubierta superficialmente por una película orgánica en el medio oral, lo que acaba por crear una superficie de baja reactividad y compleja desde el punto de vista micromorfológico y químico, llegando a presentar una tensión superficial de 28 dinas/cm. Durante el preparo cavitario, esa biopelícula orgánica puede ser removida, pero no aumenta la energía de la superficie del esmalte, una vez que una capa de detritos es concomitantemente acumulada superficialmente, o sea, la superficie permanece predominantemente orgánica en su composición. Esta capa leve (smear layer) consiste de proteína degradada originada de los tejidos dentales, en los cuales partículas inorgánicas de varios tamaños son distribuidas. Además de eso, la estructura del esmalte cuando visualizada microscópicamente no se presenta ni lisa ni uniforme, pero sí revela marcas de abrasión, fósulas e irregularidades asociadas a su formación. Por lo tanto, se puede concluir que las superficies de esmalte, sean ellas preparadas o no, son física y químicamente complejas, hechos que interfieren significativamente en la interacción entre materiales restauradores, imponiendo la necesidad de modificación del tejido a fin de optimizarla y proveer una adhesión clínica durable.⁽¹³⁾



El primer investigador a pensar y describir la modificación de la superficie del esmalte para mejorar su adhesión fue MICHAEL BUONOCORE. En 1955, Buonocore publicó un artículo titulado “Un método simple para aumentar la adhesión de resinas acrílicas a las superficie del esmalte”. En este artículo describió superficialmente que cuando el esmalte era inicialmente tratado con un ácido y subsecuentemente lavado con agua, se formarían porosidades en su superficie las cuales permitirían la penetración de resinas acrílicas autopolimerizables, que se encajarían en las microporosidades creadas, promoviendo una fuerte unión mecánica. A pesar de la importancia de este descubrimiento, Buonocore fue ignorado y desmerecido por muchos años, habiendo sus descubrimientos ganado notoriedad en los días actuales, con la consagración de la técnica del acondicionamiento ácido del esmalte.⁽⁵⁾

La saliva, por ejemplo, contiene proteínas que absorberán el esmalte acondicionado y que reducirán significativamente la fuerza de unión de la resina. Procedimientos cuidadosos de aislamiento clínico son ideales para prevenir tal contaminación. Rock, mostró una mejoría estadística en la fuerza de unión, conforme la concentración de ácido fosfórico disminuía, más el hallazgo no fue confirmado nunca. La fuerza de unión interfacial debe ser de una magnitud suficiente que no sea rota por la contracción de polimerización que acompaña la polimerización de resinas compuestas.

El mecanismo micromecánico por el cual las resinas se adhieren al esmalte fue inicialmente descrito por GWINNETT y BUONOCORE y pormenorizado por GWINNETT y MATSUI, los cuales detallaron la micromorfología de la interface entre dentina y esmalte. Cuando ocurre el acondicionamiento ácido del esmalte, este es tratado con un agente químico acondicionador el cual remueve 20 mm de su superficie, selectivamente disolviendo las terminaciones de los prismas de esmalte de la estructura adamantina sobrante. Esta disolución selectiva preferencial del componente inorgánico cristalito genera una superficie porosa con poros de diferentes profundidades, los cuales actúan como un sistema de canales en que un material resinoso poco viscoso puede fluir penetrando por aproximadamente 20-25 mm, juntándose y promoviendo una unión mecánica efectiva. El simple hecho de acondicionar la superficie con un agente ácido aumenta la reactividad superficial del sustrato, facilitando una interacción óptima entre materiales, como observado "in vivo" por JENDERSEN AND GLANTZ, que reportan aumento de la tensión superficial crítica del esmalte de 28 para 72 dinas/cm después del acondicionamiento. Es importante resaltar que una superficie tan reactiva necesita estar bien protegida de contaminación. Durante la fase inicial del procedimiento de adhesión, una vez que la saliva, por ejemplo, contiene proteínas que se adsorben al esmalte acondicionado, reduciendo significativamente la penetración resinosa. Después de la desmineralización superficial del esmalte, la resina, además de ocupar las porosidades del tejido, también encapsula los cristalitos sobrantes, protegiéndolos contra una futura disolución, o sea, después de la polimerización de la resina infiltrada ocurre la formación de un composite esmalte/resina que no solamente sella y protege el esmalte externamente, sino que también promueve una unión efectiva con la masa de resina compuesta restauradora que será aplicada sobre él.⁽⁵⁾



Fotomicrografía evidenciando una capa intermedia entre la resina compuesta (parte superior) y los prismas de esmalte (parte inferior). Esta capa híbrida de esmalte posee espesor de aproximadamente 20 Mm (500x).

Conforme las generaciones más nuevas de sistemas de unión van evolucionando, podemos identificar varios agentes acondicionadores alternativos a los ácidos fosfórico y nítrico. Nakabayashi, relató éxito con ácido cítrico, particularmente en combinación con cloruro férrico. Comercializado en los Estados Unidos como Amal-gambond (Parkell), este sistema usa una concentración de ácido cítrico al 10%, con cloruro férrico estabiliza el colágeno en la dentina después del acondicionamiento.

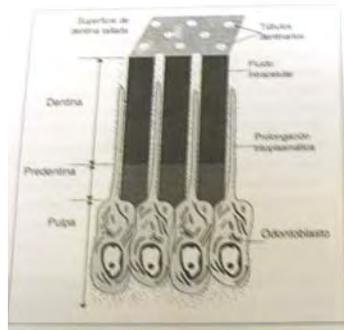
Aunque el ácido maleico ha sido un ingrediente constante en “primers” de resina, su uso como un agente único de acondicionamiento fue recientemente popularizado en el producto Scotchbond Multipurpose (3M). Los primeros resultados, tanto en pruebas de laboratorio, como en experimentos clínicos, son muy animadores. En resumen la unión del esmalte es ahora considerada previsible y clínicamente durable. Es un procedimiento relativamente simple y atraumático, cuya meta puede ser alcanzada a través del uso de cualquiera de los variados agentes acondicionadores ácidos en conjunto con fórmulas aplicadas de resina. La concentración y tiempo de aplicación del ácido fueron cuidadosamente investigados para cada agente y el usuario es inducido a leer y comprender las instrucciones contenidas en cada producto comercial.⁽¹³⁾



Fotomicrografía mostrando la superficie del esmalte acondicionado con ácido Fosfórico un 37% por 15 segundos (5000x).

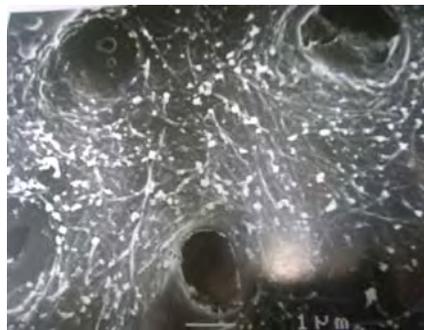
7.2. *Adhesión a Dentina.*

Las propiedades estructurales, físicas y químicas de la dentina son diferentes de las del esmalte, siendo estas diferencias descritas inicialmente por Marcelo Malpighi y Antony van Leewenhoek en el final del siglo XVII, cuando fue también sugerida su estructura tubular. La palabra “dentina” apareció en la literatura oficialmente en 1845 y fue aceptada oficialmente por la Academia francesa en 1855. La dentina es un tejido conjuntivo mineral que forma la arcada dental y se desarrolla a partir de la papila y de la pulpa dental, quedándose mineralizada en su fase madura. La fase mineral de la dentina, semejante al hueso y al esmalte, consiste principalmente de cristales de hidroxiapatita, siendo la fase orgánica compuesta en su mayoría por colágeno tipo I con inclusiones fraccionadas de glicoproteínas, proteoglicanasas, fosfoproteínas y algunas proteínas plasmáticas. El colágeno de la dentina presenta una similaridad con el colágeno óseo y presenta propiedades físico-químicas complejas comparadas al colágeno de otros tejidos. El tejido dentinario es compuesto por túbulos dentinarios los cuales son pequeños canales cónicos rellenos con fluidos tisulares y procesos odontoblásticos. ⁽⁵⁾



(7)

La composición química dentinaria varía en función de su estructura que, por su vez, se altera de acuerdo con la profundidad, o sea, los túbulos dentinarios profundos poseen de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ de su espacio tomado por fluidos y procesos odontoblásticos, lo que muestra que la humedad de la dentina aumenta proporcionalmente al porcentaje del área o volumen ocupado por los túbulos. Es también importante resaltar que el contenido acuoso de la dentina no es 8% ó 10% como frecuentemente indicado en la literatura, si no que varía de 1% cerca del límite amelo-dentinario hasta 22% cerca de la pulpa. En el interior de los túbulos hay una capa de dentina hipermineralizada, la cual es erróneamente denominada dentina peritubular, un término que debe ser corregido para dentina intratubular, una vez que la dentina se forma dentro del túbulo dentinario y no a su alrededor. La dentina situada entre los túbulos dentinarios es llamada de fibrillas de colágeno del tipo I y cristales de hidroxiapatita.⁽⁵⁾



(5)

Superficie dentinaria demostrando la variabilidad regional del sustrato con túbulos dentinarios de diferentes calibres (10.000x).

Mientras los procedimientos de acondicionamiento ácido del esmalte cambiaron completamente la forma como la odontología restauradora estética era practicada, la profesión continuaba muy ansiosa en relación al desarrollo de un método por el cual las resinas pudieran también adherirse a la superficie dentinaria.

Muchos reivindican el pionerismo de la técnica de adhesión a los primeros intentos de utilizar adhesivos sobre la dentina, pero una revisión de la literatura muestra que los primeros intentos de utilizar adhesivos sobre la dentina, más específicamente unir resina acrílica al esmalte y a la dentina, se inicio en el comienzo de los años 50 con la introducción de un producto denominado Servitron Cavity Seal, por la compañía inglesa Amalgamatek Dental Company, en cooperación con su subsidiaria suíza De Trey. Buonocore, utilizó ese producto en sus experimentos iniciales y reportó sus descubiertas en 1958, informando que Servitron era un producto basado en ácido dimetacrilato glicerofosfórico, el cual podía ser polimerizado a través de un catalizador ácido sulfínico en un período que oscilaba entre 5 y 30 minutos.

Lo interesante con este material es que en septiembre de 1952, MCLEAN y KRAMER mostraron que el ácido glicerofosfórico aumentó la adhesión a la dentina a través de la penetración en la superficie dentinaria, formando una capa intermedia, que solamente muchos años después fue identificada nuevamente y llamada zona híbrida.⁽¹³⁾

Casi que concomitantemente a estas descubiertas, un producto denominado Cervident (SS White) comenzó a comercializarse. Cervident era indicado para restauraciones de lesiones cervicales sin retención mecánica, actuando su mecanismo de acción a través del mismo acondicionamiento de la

superficie dentinaria con el ácido cítrico. El procedimiento removía el barro dentinario (smear layer) y abría los túbulos dentinarios permitiendo el influjo de los materiales restauradores resinosos a una profundidad de aproximadamente 50 Mm, los resultados fueron desastrosos y las restauraciones fallaron después de pequeños periodos de tiempo.

ScotchBond de 3M fue el producto siguiente a obtener destaque en el panorama evolutivo de adhesión a la dentina. El material contenía un éster fosfonado y designado específicamente para adherirse químicamente a la superficie de la dentina, pero, una vez más, el producto no atendía a las expectativas, presentando bajos valores de adhesión y pobre desempeño clínico. Después del surgimiento de ScotchBond, otros materiales surgieron en el mercado en los años 80, como el ScotchBond 2 (3M), Gluma (Bayer Co.), Tenure (DenMat), XP Bond (Kerr) y otros.

Esta nueva generación presentaba mejores valores de adhesión, y sus primers poseían diferentes ácidos que removían el “smear layer” para posterior interacción de los respectivos adhesivos, los cuales penetraban en la dentina y después de la polimerización ofrecían una fuerte unión mecánica, todavía con muchas limitaciones, no atendiendo idealmente las exigencias de una verdadera odontología adhesiva.

Los adhesivos de dentina comenzaron realmente a ganar popularidad y credibilidad a partir de trabajos como el de NAKABAYASHI, que utilizando un adhesivo 4-META (4 metacriloxietil metacrilato) y un agente acondicionador constituido de ácido cítrico 10% y cloreto férrico 3% (solución 10-3) demostró claramente la formación de una capa híbrida, que se mostraba indisoluble en ácidos resistentes a la penetración bacteriana, propiciando altos valores de adhesión del sistema 4-META puede ser sintetizado de la siguiente forma.⁽¹³⁾

- ✓ El ácido cítrico desmineraliza los cristales de hidroxiapatita de la matriz dentinaria a una profundidad de aproximadamente 5-10 Mm.
- ✓ El cloreto férrico 3%, incorporado al ácido, desnatura o desproteíniza las fibras colágenas, que se encontraban. Después de la acción del ácido, empalizadas y desprotegidas.
- ✓ El monómero resinoso componente del primer se infiltra entre las fibras colágenas expuestas, encapsulando la mayoría de ellos.
- ✓ Esta combinación de dentina y polímero forma una capa compuesta que parece ser insoluble en ácido, identificada como camada híbrida.

Después de la comprobación de la eficacia del sistema adhesivo 4-META (SuperBond D Liner/Kuraray o Amalgambond/Parkell) mucho se ha investigado en el sentido de acondicionar la dentina y obtener la formación de la capa híbrida, fenómeno que ocurre con la mayoría de los sistemas de última generación. De una forma general, los adhesivos contemporáneos poseen el siguiente mecanismo de acción:

- Acondicionamiento ácido de la dentina con ácido fosfórico o maleico en intervalos que varían de 15 a 30 segundos, este actúa removiendo el “smear layer” y disuelve la mayoría de la hidroxiapatita de la superficie dentinaria, dejando una capa de fibras colágenas orgánicas desprotegidas con un espesor de 5 a 10 Mm.



Superficie dentinaria acondicionada con ácido fosfórico 10% (20 segundos) y seca con aire comprimido por 15 segundos.

- Este mismo debe ser reforzado para proveer una adhesión suficiente. El refuerzo ocurre a través de la penetración de un primer o una resina que circunda las fibras formando un composite colagenoso. Los sistemas de última generación se diferencian de los anteriores por que poseen un primer hidrofílico de baja viscosidad disuelto en un solvente altamente polar (afinidad por agua) como la acetona o el alcohol. Cuando el primer y la resina se polimerizan entre la capa de colágeno, se obtiene la formación de una capa híbrida, o sea, una capa constituida por resina y colágeno la cual se constituye en una conexión extremadamente fuerte en la interfaz dentina/ cemento resinoso.



Interfase resina compuesta/dentina claramente la capa híbrida intermedia de aproximadamente 5 Mm. Esta zona difusa también está presente entre los

tags dentinarios, comprobando la difusibilidad resinosa en la dentina intratubular (5450x).

Un avance importante en la adhesión con la dentina fue hecho por Kanca, cuando argumentó que, si una resina apropiada y químicamente compatible fuera adicionada después de un acondicionamiento ácido total de los tejidos mineralizados. El trabajo de Kanca fue coincidente con la introducción de un sistema de unión multipropósito (esto es para esmalte, dentina, metal, cerámica y resina compuesta), conocido comercialmente como All Bond, Bisco y recientemente como una versión de doble polimerización, All Bond 2, Bisco. Ya fue demostrado que el sistema une efectivamente restauraciones metálicas y no metálicas.⁽¹³⁾

Existe un cierto número de sistemas nuevos siendo introducidos en el mercado y muchos de ellos producen rutinariamente fuerzas de unión contra el cizallamiento, la dentina y el esmalte, en el límite de 20 a 30 MPa. Algunos de estos sistemas son compatibles con el acondicionamiento ácido total, como por ejemplo: All Bond 2 (Bisco), Imperva Bond (Shofu), Optibond (Kerr), Syntac (Vivadent) y Pro Bond (Dentsply). Estos sistemas también funcionan sin el acondicionamiento ácido de la dentina, más hay una reducción significativa en los valores de la fuerza de unión y un aumento en la incidencia de brechas en las proporciones más profundas de las restauraciones.⁽¹⁶⁾

Los problemas relacionados con todos los tipos de materiales restauradores y principalmente con resinas compuestas son la sensibilidad postoperatoria, las manchas marginales, la caries recurrente y la necrosis pulpar. Dichos problemas que existen hace mucho y potencializados por la adopción de la técnica de acondicionamiento ácido de la dentina, ocurren simplemente por la incapacidad de los materiales restauradores sellar ocasionando la microfiltración.

En el caso específico de la sensibilidad postoperatoria, está bastante fundamentado actualmente que el fenómeno está asociado a los movimientos del líquido intratubular; Brannstrom, cuando propuso la teoría hidrodinámica, demostró que pequeños cambios de presión en el fluido intratubular pueden causar un dolor dramático a través de los procesos odontoblásticos, siendo que estos casos de presión pueden ser causados por oscilación en la temperatura, introducción de soluciones iónicas y por secamiento o desecación de la dentina.

Los problemas relacionados con la sensibilidad postoperatoria, mancha marginal, caries recurrentes y necrosis pulpar vienen siendo contornados a través de medidas terapéuticas que revisten la superficie dentinaria expuesta con cementos forradores o barnices, siempre provocando la obliteración y posible sellado hermético de los túbulos dentinarios. Actualmente hay alternativas mucho mejores para la resolución de estos problemas, aunque el principio de sellado permanezca inalterable. Con la obtención de una capa indisoluble e impermeable (capa híbrida) a través de la técnica del acondicionamiento ácido asociada a primers hidrofílicos, el movimiento del fluido odontoblástico intratubular ya no ocurre, extinguiendo la sensibilidad postoperatoria. Además la formación de esta capa compuesta propicia otros beneficios, así como el sellado tubular permanente, minimizando o impidiendo el acceso de productos químicos o bacterianos a la cámara pulpar, los cuales pueden ocasionar lesión irreversible de la pulpa.

8. TECNICAS PARA UNA CORRECTA ADHESIÓN

La preparación de la cavidad, la formación de una base (para conseguir una capa protectora cuando la preparación quedé a una distancia cercana a la pulpa) para impedir que la resina penetre en la pulpa, y la aplicación del material restaurador de composite suelen ser idénticas para los adhesivos dentinarios, y comprenden esencialmente tres procesos.⁽²⁾

- ✓ Limpieza de la preparación; las superficies dentales deben quedar limpias (se recomienda usar limpiadores y desinfectantes cavitarios) y mantenerse completamente descontaminadas durante todo el proceso, o probablemente se producirá un fallo clínico. El aislamiento es absolutamente necesario. Si se produce cualquier contaminación en alguna fase del proceso, habrá que repetirlo completamente, comenzando por una limpieza minuciosa de la superficie con un cepillo profilático o con una copa de goma y piedra pómez. La piedra pómez, aplicada con una copa o un cepillo, elimina la resina contaminada y deja una superficie de dentina limpia.

- ✓ Grabado ácido de la superficie dental; se debe usar siempre el gel grabador recomendado por los fabricantes. Generalmente, el gel grabador contiene un 30-40% de ácido ortofosfórico (se ha comprobado que un porcentaje de ácido superior al 37% puede desnaturalizar el colágeno). El grabador debe aplicarse tanto al esmalte como a la dentina, dejándolo actuar únicamente durante 15-20 segundos. A continuación se enjuaga bien el gel grabador con el pulverizador de aire/agua. También se puede enjuagar bien con un chorro de agua, pero la limpieza debe ser completa y prolongada, para que no queden restos de gel ácido en la superficie tratada. El exceso de agua se puede evacuar, o dejar escurrir la preparación, sin secar con aire. Para eliminar el exceso de agua se pueden utilizar una

esponjilla o la punta de un aplicador, dejando la superficie húmeda pero no empapada. Si se usa un chorro de aire y se seca completamente la superficie, se debe aplicar a continuación una esponjilla saturada de agua o un aplicador que no gotee la superficie seca para volver a humedecer la dentina. Se puede usar un chorro de aire para eliminar con cuidado el agua estancada, pero teniendo cuidado de dejar una superficie húmeda.

- ✓ Aplicación del adhesivo dentinario; a continuación se aplica un adhesivo dentinario (ya sea una resina preparadora/adhesiva o un preparador seguido de la resina adhesiva). Los preparadores de los sistemas de uno y de varios componentes se aplican prácticamente del mismo modo. Se deben cumplir los protocolos recomendados por el fabricante; generalmente, hay que aplicar el preparador o la resina con un pincel o la punta de un aplicador de forma continua durante 5-10 segundos para evaporar el disolvente (en los sistemas que contienen acetona o etanol). Los agentes de un solo componente deben fotopolimerizarse durante 10-20 segundos. La superficie dentinaria debe presentar un brillo uniforme, con una capa completa de resina adhesiva; de no ser así, se deben aplicar nuevas capas para lograr este aspecto. Cuando se usa un sistema de un solo componente con restauraciones indirectas, se debe eliminar la resina acumulada en los ángulos lineales o en la superficie. El estancamiento de la resina impide que la restauración indirecta asiente correctamente. Se puede pasar la punta de un aplicador por la superficie para impedir el estancamiento, o secar el exceso de adhesivo. No conviene utilizar la jeringa de aire, ya que se puede secar excesivamente el producto (en lugar de evaporar el disolvente). Si se opta por secar la superficie con un chorro suave de la jeringa de aire, conviene extremar las precauciones para no secarla en exceso.

Si se aplica correctamente el agente de un solo componente y se fotopolimeriza sobre el diente, se podrá asentar completamente la restauración indirecta, ya que la capa de adhesivo será fina y prácticamente no alterará la superficie de la dentina.

Por lo general, los sistemas de varios componentes no pueden fotopolimerizarse sobre el diente cuando se utiliza una técnica de restauración indirecta, ya que dejan una capa mucho más gruesa y la restauración no asienta completamente. Los adhesivos dentinarios de varios componentes deben fotopolimerizarse junto con el cemento resinoso después de haber colocado la restauración para lograr que ésta asiente correctamente.

Las distintas técnicas adhesivas suponen el empleo de una técnica compleja y además el conocimiento de los distintos sistemas adhesivos que vayan a ser usados por el clínico. En los últimos años han aparecido en el mercado sistemas adhesivos, cada vez más fáciles de manejar, con menor número de pasos con objeto de simplificar la técnica. Hemos de tener en cuenta que cantos más pasos y más complejidad haya para realizar un trabajo, más fácil es que se cometa algún error en alguno de los pasos realizados.

Por otro lado el conocimiento cada vez mayor de los comportamientos de las distintas estructuras dentarias, de los distintos materiales adhesivos y el estudio con técnicas microscópicas sofisticadas como el MET (microscopio electrónico de transmisión) el ESSEM (Environmental Scanning Electron Microscope) de las distintas interfases, nos proporcionan información detallada sobre los fallos a distintos niveles. Si sabemos donde se producen los fallos y como evitarlos estaremos en el camino adecuado para que nuestras restauraciones adhesivas tengan éxito y podamos proporcionar a nuestros pacientes, que en definitiva es de lo que se trata, salud bucodental.⁽¹⁶⁾

Los métodos utilizados para aplicar los adhesivos dentinarios más comunes de cuarta y quinta generación son bastante parecidos. A continuación, se explicará paso a paso el proceso de aplicación clínica de un adhesivo de varios componentes aceptado por la ADA.⁽²⁾

Técnica clínica para los adhesivos de varios componentes

Producto:	Composición
Preparador	25% de tetraetilenglicol dimetacrilato
	4% de ácido maleico
	71% de acetona y agua
Adhesivo	35% de polietilenglicol dimetacrilato
	5% de glutaraldehído
	60% de agua
Resina adhesiva	60% bis-GMA
	40% de trietilenglicol dimetacrilato
	Fotopolimerizable

Instrumental

- Instrumental dental convencional como explorador, espéculo bucal, sonda periodontal, anestésico adecuado y preparativos para el dique de goma.
- Pieza de mano de alta velocidad y fresas.
- Pieza de mano de baja velocidad, fresas, mandril y discos de pulir.

- Resina fotopolimerizable-ionómero base o Dycal si se necesita para zonas profundas.
- Gel grabador: ácido ortofosfórico.
- Preparador para la adhesión dental (p. ej., Syntac Primer, Ivoclar-Vivadent).
- Adhesivo dental (p. ej., Syntac Adhesive, Ivoclar-Vivadent).
- Composite elegido (p. ej., Heliobond, Ivoclar-Vivadent).

Técnica clínica

1.- Examinar la zona para determinar la extensión de la lesión cariosa y valorar la salud parodontal.



2.- Administrar un anestésico local si es necesario.

3.- Aislar la lesión con el dique de goma. Es preferible utilizar diques que no contengan látex (p. ej., Hygienic Company), debido a los problemas cada vez más frecuentes de alergia al látex.

4.- Limpiar la superficie dental con polvo de piedra pómez sin flúor para poder valorar bien el color dental y conseguir una superficie libre de placa dental, restos y cálculo.



5.- Preparar la cavidad según un método convencional, utilizando para ello una turbina de aire de gran velocidad y las fresas apropiadas.

6.- Usar una turbina de aire de baja velocidad y fresas redondas para eliminar toda la caries.

7.- Utilizar fresas para ranuras, surcos y puntos de retención para mejorar la retención mecánica. No conviene usar diseños cóncavos con poca capacidad de retención. También es aconsejable preparar un bisel en el esmalte.



8.- En las preparaciones cavitarias profundas (que queden aproximadamente a 0,5 mm o menos de la pulpa), aplicar una base de hidróxido cálcico resistente a los ácidos o una base de resina-ionómero para proteger los tejidos pulpaes. Esta base debe tener la menor superficie posible para dejar al descubierto una cantidad adecuada de dentina para la adhesión.

9.- Aplicar el gel grabador de ácido ortofosfórico (técnica de grabado total) sobre toda la preparación cavitaria durante 15-20 segundos.

10.- Enjuagar el gel grabador con un pulverizador de aire/agua durante 20 segundos.

11.- Asegurarse de que la dentina quede húmeda (no empapada) secando con una esponja, un aplicador seco o una torunda de algodón.

12.- Aplicar el preparador a todas las superficies con un pincel o un aplicador pequeño, añadiendo más preparador durante el proceso, durante 20 segundos con un suave movimiento de agitación. No restregar nunca con fuerza.



13.- Evaporar suavemente los disolventes con un chorro de aire muy flojo.

14.- Aplicar el adhesivo a toda la preparación por segunda vez, se debe usar un chorro de aire muy flojo para evaporar los disolventes durante 15 segundos.

15.- Aplicar una capa fina de resina adhesiva (Heliobond) y eliminar el exceso con una esponjilla o un aplicador. Si es un adhesivo con relleno y no se precisa una nueva capa de resina, fotopolimerizar.



16.- Fotopolimerizar la resina con una lámpara fotopolimerizadora durante 15-20 segundos.

17.- Restaurar la preparación cavitaria con los composites restauradores elegidos.

18.- Acabar y pulir la restauración con fresas de carburo y discos de pulir.



(8)

19.- Se puede aplicar y fotopolimerizar una capa adicional de resina para “sanear” las grietas superficiales producidas durante el acabado y pulido y las posibles discrepancias marginales microscópicas que podrían producir posteriormente manchas marginales. Existen otras resinas fabricadas especialmente para este cometido; sin embargo, también se pueden usar muchos de los nuevos adhesivos con “relleno”.⁽²⁾

Técnica clínica para adhesivos de un solo componente

Producto: Single Bond (3M, Inc.)

Composición: bis-GMA

Hidroxietilmetacrilato

Etanol

Agua

Diacrilatos

Fotoiniciador

Copolímero funcional metacrilato de
ácido poliacrílico y poliitacónico
(ácido polialquenoico)

Resina fotopolimerizable 60% bis-GMA y 40% de trietilenglicol
Dimetacrilato

Instrumental

El mismo que para los sistemas de varios componentes, pero con la sustitución por el sistema de un componente correspondiente.⁽²⁾

Técnica clínica

- 1.- Examinar la zona para determinar la extensión de la lesión cariosa y valorar la salud periodontal.
- 2.- Administrar un anestésico local si es necesario.
- 3.- Aislar la lesión con un dique de goma. Es preferible usar un dique sin látex por las razones ya antes mencionadas.
- 4.- Limpiar la superficie dental con piedra pómez sin flúor.
- 5.- Preparar la cavidad usando un método convencional, una turbina de aire de alta velocidad y las fresas apropiadas.



6.- Utilizar una turbina de aire de baja velocidad y fresas redondas para eliminar toda la caries.

7.- Emplear fresas para preparar ranuras, surcos y puntos de retención para mejorar la retención mecánica. No conviene utilizar diseños cóncavos con poca capacidad de retención. Es aconsejable preparar un bisel en el esmalte.

8.- En las preparaciones cavitarias profundas (que queden aproximadamente a 0,5 mm o menos de la pulpa), aplicar una base de hidróxido cálcico resistente a los ácidos o una base de resina-ionómero para proteger los tejidos pulpares. Esta base debe tener la menor superficie posible para dejar al descubierto una cantidad adecuada de dentina para la adhesión.

9.- Aplicar el gel grabador de ácido ortofosfórico (técnica de grabado total) sobre toda la preparación cavitaria durante 15-20 segundos.



10.- Enjuagar el gel grabador con un pulverizador de aire/agua durante 20 segundos.



11.- Asegurarse de que la dentina quede húmeda (no empapada) secando con una esponja, un aplicador seco o una torunda de algodón.

12.- Aplicar el adhesivo de un solo componente (p. ej., Single Bond, 3M, Inc.) utilizando suficiente material para saturar con adhesivo la preparación cavitaria durante 20 segundos (de acuerdo con las instrucciones del fabricante)

13.- Evaporar suavemente los disolventes con un chorro de aire muy flojo durante 5-10 segundos.

14.- Fotopolimerizar los adhesivos durante un período de 10 segundos. Algunos fabricantes recomiendan una segunda aplicación, para lo que hay que repetir los apartados 12-14.



(2)

15.- Aplicar el composite para la restauración de forma gradual, para limitar los efectos de la contracción de polimerización.

16.- Acabar y pulir la restauración con fresas de carburo y discos de pulir.

17.- Se puede aplicar y fotopolimerizar una nueva capa de resina para “sanear” las grietas superficiales producidas durante el acabado y el pulido, así como las posibles discrepancias marginales microscópicas que puedan producir manchas marginales posteriormente. Existen otras resinas diseñadas específicamente para este cometido; no obstante, en lugar de esas resinas se pueden usar muchos nuevos adhesivos con “relleno”.

Los fracasos en la adhesión se van a traducir en fallos a distintos niveles de las distintas interfases. La localización de este fallo tiene importancia por dos motivos principalmente:

- ✓ Para la investigación, para saber la resistencia adhesiva a uno u otro nivel.
- ✓ Por su importancia biológica, pues el fallo adhesivo según al nivel que sea tendrá repercusiones clínicas como la microfiltración, caries marginal y sensibilidad postoperatoria.

9. NANOTECNOLOGÍA

El crecimiento de la odontología adhesiva ha sido solo posible por el desarrollo de adhesivos dentales potentes. El camino ha sido muy largo desde los primeros productos disponibles hasta los adhesivos disponibles hoy. La fuerza de adhesión e integridad marginal han aumentado considerablemente; la adhesión se ha ampliado de sólo esmalte, a esmalte y dentina; y las técnicas de aplicación se han simplificado infinitamente comparado con los adhesivos iniciales.⁽²²⁾

En 1993 la compañía introdujo Dyract PSA como el primer adhesivo que combinaba las ventajas de una formulación monocomponente con el elevado nivel de rendimiento de los sistemas adhesivos más complicados. Algunos otros cambios, incluyendo la incorporación de una liberación de flúor, finalmente dieron lugar a Prime6Bond 2.1 manteniendo una estabilidad a largo plazo de sus uniones y sus buenas propiedades de manejo enfocado en dos objetivos: obtener una adhesión e integridad marginal más elevada, y en hacer posible una aplicación más sencilla. Tras comprobar con odontólogos estas ideas, nos confirmaron que estos eran los objetivos adecuados. La cuestión entonces fue cómo hacer esto posible.

Uno de los aspectos interesantes de un químico trabajando en odontología es que gran número de los avances realizados en otros campos de la química aplicada, se pueden transferir y usar en materiales dentales. La NANOTECNOLOGÍA es una de las áreas más exitantes de la química moderna y se están realizando múltiples esfuerzos de investigación para poder usar de forma adecuada esta tecnología.⁽²³⁾

Esencialmente la idea es crear materiales que tengan las ventajas de ambos materiales, orgánicos e inorgánicos, esto es, que combina la flexibilidad y dureza de la red orgánica con la resistencia de los compuestos inorgánicos. Esto se obtiene con materiales que consisten en una matriz orgánica con

componentes inorgánicos de escala nanométrica. Ejemplos del uso de la nanotecnología se pueden encontrar en el área de capas superficiales extremadamente resistentes, cerámicas de alto rendimiento y adhesivos para aplicaciones especiales, entre otros.

La idea principal fue usar esta nanotecnología en el adhesivo para fortalecer la capa adhesiva. Lo que se hizo fue incorporar un relleno extremadamente pequeño (el tamaño promedio de partícula es 7 nm, que es menos que 1% del tamaño del relleno del diámetro de un túbulo dentinario). Como este nanorelleno es muy pequeño y la superficie se modifica químicamente, la viscosidad del adhesivo no aumenta. Esto es importante puesto que el adhesivo ha de poseer una buena viscosidad para ser capaz de penetrar profundamente en la dentina.

La nanotecnología resulta extremadamente útil para su uso en los adhesivos por varias razones. La incorporación del nanorelleno en el adhesivo, lo refuerza. Además, hace el adhesivo más similar a ambos, la dentina y el material restaurador o los materiales a unir. Por ejemplo, la dentina también es un material compuesto – consiste en cristales de apatita que le confieren la resistencia del material, y de colágeno que le da la dureza. En el adhesivo, las mismas funciones las realizan diversas sustancias: el nanorelleno aporta resistencia y la matriz de resina suministra la dureza necesaria. Este nanorelleno es tan pequeño que es capaz de formar parte de la capa híbrida, compuesta por el adhesivo y la dentina modificada, ello refuerza directamente, el área más importante de la interfaz adhesiva. La penetración del nanorelleno en la capa híbrida ha sido mostrado por el Profesor Perdigao (Universidad de Chapel Hill, Carolina del Norte).⁽²⁰⁾

En definitiva un composite con nanotecnología, incorpora partículas cerámicas de esa escala a manera de relleno. Mejor dicho, combinan

partículas más grandes (de tamaño promedio 1 micrón) con otras nanométricas.

Las partículas que se emplean en los composites poseen entre 20 y 70 nm y se obtienen a través de un proceso de sílice coloidal. No son nuevas dentro de la tecnología de los materiales dentales aunque si es novedoso el tratamiento superficial con silanos que las integran a la matriz orgánica del composite y que evitan que se aglomeren.⁽²⁰⁾

Ese fue justamente el problema con estas diminutas partículas: tienden a como nanopartículas y no pueden ser aprovechadas sus ventajas. Al ser partículas tan pequeñas, por lo tanto numerosas, es que constituyen superficies muy extensas y poseen por lo tanto elevada energía superficial. La tecnología convencional obtiene las partículas cerámicas de los composites moliendo un bloque cerámico, y obteniendo como límite de tamaño inferior, partículas de 0,5 micrones. La forma de éstas es irregular y la dispersión de tamaños es amplia. Las nanopartículas poseen tamaños promedio entre 20 y 70 nm, formas esféricas y una dispersión de tamaños muy baja.⁽²⁰⁾

Los objetivos que se persiguen al incorporar las nanopartículas en los composites son:

- ❖ Mejorar algunas propiedades, mecánicas y estéticas: resistencia a la abrasión, mejor lisura superficial.
- ❖ Incorporando más componente cerámico, disminuir la contracción de polimerización (CP) del mismo.

Es bien sabido que al poseer un composite más carga cerámica, disminuye su porcentaje de contracción. Esto ocurre por la sencilla razón que al haber más componente cerámico, hay menos de resina que es la responsable directa de la CP. Por esta circunstancia es que se pretende incorporar

generalmente más carga cerámica en la formulación de los composites (al igual que para mejorar algunas propiedades mecánicas).

Ahora bien, con la tecnología convencional se ha llegado a un máximo de incorporación de carga cerámica. De agregar más, el composite pierde características de manipulación adecuadas al igual que se empobrece su aspecto óptico. Se obtendrían composites muy densos, viscosos (no fácilmente manipulables) y además muy opacos (antiestéticos).

Por ser tan reducidas en su tamaño no reflejan la luz. Se sabe que un cuerpo reflejará la luz (y tendrá color y opacidad) cuando tenga un tamaño mínimo similar a la mitad de la longitud de onda menor del espectro de luz visible (que es 400 nm) o sea que este cuerpo deberá tener más de 200 nm para reflejar la luz. Las nanopartículas son de tamaños menores por lo que las ondas de luz no rebotan en ellas. O sea son que se comportan como transparentes; la luz las atraviesa sin reflejarse en ellas.⁽¹⁵⁾

La tecnología ha permitido mejorar los protocolos de atención que actualmente se utilizan, de ahí la importancia de observar que es lo que está sucediendo en el área de la investigación en las ciencias básicas y como estos desarrollos benefician a nuestra especialidad.

10. CONCLUSIONES

La palabra estética se ha vuelto una nota que escuchamos diariamente en la práctica cotidiana. Y no solo escuchamos este término en los consultorios dentales, basta con encender el televisor en cualquier canal y lo primero que encontramos son anuncios alusivos a estética como son aparatos para ejercitar el abdomen, jabones y pastillas para adelgazar y una gran gama de productos enfocados al mejor aspecto de la gente.

Hoy en día existe un sentir en la gente de búsqueda de un mejor aspecto personal así como de una mejor imagen en el trabajo, así como en su vida personal.

Estos cambios comenzaron en la odontología ya hace algunos años con el advenimiento de los adhesivos dentinarios y los grandes cambios y beneficios que proporcionaron a la práctica dental cotidiana. Siendo cada vez más difícil el poder proponer a un paciente el efectuarse una restauración tan simple como una amalgama dental o un onlay en oro siendo materiales que se han utilizado en la odontología con éxito por más de un siglo.

La odontología adhesiva es un campo de las ciencias de la salud que cambia rápidamente, nuevos materiales se introducen constantemente en el mercado dental, incluso algunos sin suficientes estudios de verificación clínica, que permitan valorar no solo la fuerza de adhesión a esmalte y/o dentina, sino también el efecto sobre el substrato dental a largo plazo. Es importante destacar que la mayoría de las investigaciones que se desarrollan en el ámbito mundial tienen como finalidad sintetizar nuevos sistemas adhesivos con menor número de componentes y pasos clínicos, aunque esta simplificación de las fases clínicas (técnicas de adhesión) no signifique necesariamente mejoras en la fuerza de adhesión o una disminución importante del tiempo total de trabajo.

Los adhesivos dentales son imprescindibles en la práctica odontológica actual. Su indicación clínica es muy amplia, podemos utilizarlos en odontología conservadora en las restauraciones directas estéticas, ya sean con composite, compómero, cerómeros, ormoceritas o polímeros de vidrio, en las amalgamas adheridas, en las restauraciones indirectas estéticas de cerámica o composite, en la utilización de cementos de resina para la fijación de postes intraradicales, etc. Todos estos tratamientos clínicos basan su éxito y durabilidad en la capacidad de sellado y en la fuerza de adhesión creada por el sistema adhesivo utilizado. Por todo ello el desarrollo y la investigación de los sistemas adhesivos está en constante evolución y estudio con el objeto de mejorar la aplicación clínica de estos materiales y a la vez garantizar una mayor fuerza de adhesión, un mejor sellado de nuestras restauraciones y una mejor unión y penetración de los adhesivos en la estructura dental.

Cabe destacar, que cada sistema adhesivo es único, característico y especial, por esta razón, se recomienda siempre leer las indicaciones y recomendaciones de la casa fabricante del sistema de elección, aunque gran parte de los sistemas adhesivos contemporáneos coinciden en la metodología de aplicación e indicaciones (técnicas directas).

En la actualidad la Odontología Estética es parte importante en la práctica cotidiana, y las resinas restaurativas continúan jugando un papel importante para el odontólogo de práctica general. Mientras continúa siendo un procedimiento demandante con algunas carencias, en los últimos años se han visto mejoras en propiedades, manejo, dispensación, selección de tonos y translucidez.

El tamaño y el volumen de las partículas de relleno son determinantes en las propiedades mecánicas, resistencia al desgaste y características de manejo. El tamaño de partícula de varios productos se ha vuelto más pequeño y se

encuentra en el rango sub-micrón. Pero hoy en este tiempo y en estos días hemos entrado a la era de la nanotecnología. La suavidad de superficie y durabilidad de estos productos los hacen adecuados para aplicaciones anteriores y posteriores así como para restauraciones indirectas.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anusavice K. J. Phillips' Science of Dental Materials. 11ª ed. Cd. De México: Editorial ELSEVER, 2004. Pp. 381-394.
2. Aschheim K. W. Barry G. D. Odontología estética, una aproximación clínica a las técnicas y los materiales. 2ª ed. Colombia : Editorial ELSEVER SCIENCE, 2002. Pp. 41-52.
3. Baratieri L. N. Estética. Restauraciones adhesivas directas en dientes anteriores fracturados. 2ª ed. Cd. De México: Editorial Santos, 2004. Pp. 57-72.
4. Barceló F. H. Materiales Dentales, conocimientos básicos aplicados. 1ª ed. Cd. De México: Editorial Trillas, 2003. Pp. 103-121.
5. Carvalho M. Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores. 1ª ed. España: Editorial ARTES MÉDICA CTDA, 2007. Pp. 27-45.
6. Cova J. Biomateriales Dentales. 1ª ed. Colombia : Editorial AMOLCA, 2004. Pp. 195-207.
7. Crispín B. J. Bases prácticas de la odontología estética. 2ª ed. Argentina : Editorial masson, 1998. Pp. 71-89.
8. Goldstein R. E. Odontología estética, principios, comunicación, métodos terapéuticos. 2ª ed. Cd. De México: Editorial Ars Médica, 2002, volumen I. Pp 289-352.
9. Guzmán H. J. Biomateriales Odontológicos de uso clínico. 3ª ed. Bogotá, Colombia: Editorial Ecoe Ediciones, 2003. Pp. 209-225.
10. Macchi R. L. Materiales Dentales. 3ª ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana, 2000. Pp. 167-176.
11. Phillips R. W. La Ciencia de los materiales dentales, De Skinner. 9ª.ed. Cd. De México: Editorial Interamericana, 1993. Pp. 11-16.
12. Roth F. Les composites. Edición original. Francia: Editorial masson, 1994. Pp. 35-73.

13. Stefanello Busato A., González-Hernández P. A., Prates Macedo R. Odontología restauradora y estética. Brasil: Editorial Amolda; 2005. Pp. 98-135.
14. Abreu R. J. Adhesión en odontología contemporánea I. Odont-Online. <http://www.odontologia-online.com/casos/part/RA/RA01/ra01.html>
15. Adler D. La estética y la odontología moderna. Odont. Ecu. http://www.ecuaodontologos.com/revistaaorybg/vol1num1/la_estetica_y_la_odontologia.html
16. Alanguía S. M. Adhesión a dentina. Odont. Ven. <http://www.monografias.com/trabajos36/adhesion-dentina/adhesion-dentina.shtml>
17. Almada A. Adhesión. Centro universitario de ciencias de la salud. <http://pdf.rincondelvago.com/adhesivos-dentales.html>
18. Alonso S. Materiales fluidos en odontología restauradora (1ª, 2ª y 3ª parte). Dentsply. <http://www.dentsply.es/Noticias/clinica1706.htm>
19. Arroyo S. Un adhesivo autograbador: XENO III. Dentsply. <http://www.dentsply.es/Noticias/clinica2409.htm>
20. Bertoldi A. Nanotecnología en la formulación de nuevos composites. Red-dental. <http://www.red-dental.com/ot006301.htm>
21. Freedman G. Adhesivos de séptima generación. Salud Dental. <http://www.sdpt.net/CAR/adhesivos2.htm>
22. Piflug K. Cómo se ha introducido la nanotecnología en la odontología adhesiva: Prime & Bond NT. Dentsply. <http://www.dentsply.es/Noticias/clinica1000.htm>
23. Saravia M. A. Nanotecnología y su aplicación en odontología estética y restauradora- caso clínico. Odont- Online. <http://www.odontologia-online.com/casos/part/MAS/MAS03/mas03.html>

24.Vargas O. A. Sistemas contemporáneos de adhesión en odontología.
Rev-Colomb. <http://encolombia.com/scodb2-adhesion8.htm>