



Universidad Nacional Autónoma de México

---

---

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**Adhesivo agregado a resina; efecto  
sobre microfiltración, resistencia  
compresiva y resistencia flexural**

**TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL DIPLOMADO DE  
ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL QUE PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE**

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A :

**ELOIR CRUZ CRUZ**

DIRECTOR: MTRO. CARLOS A. MORALES ZAVALA  
ASESOR: MTRO. JORGE GUERRERO IBARRA

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Eloir Cruz Cruz', written over the name of the author.

MÉXICO D.F.

2004



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.

---

# AGRADECIMIENTOS

---

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, animo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo, otras en mis recuerdos y en el corazón. Sin importar en donde estén o si alguna vez llegan a leer estos agradecimientos y dedicatorias, quiero darles las gracias por formar parte de mi, por todo lo que me han dado y por todas sus bendiciones.

### ***A Dios***

Esta tesina se la dedico primeramente a Dios, ya que sin Él nada podemos hacer. Dios es quien nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr nuestras metas. Sr. Jesús GRACIAS, gracias de todo corazón por permitirme estar aquí, por las pruebas que me hacen crecer como persona y ser humano y me permite dar lo mejor de mi, pero lo mejor de todo, me acercan mas a ti, ya que todo en este mundo es perecedero y solamente lo que viene de ti es verdadero y eterno. Yo soy de tu propiedad.

### ***A mis padres Elvira y Luis***

Un gracias es tan pequeño, pero no hay otra palabra para expresar mi gratitud hacia ustedes mis amados padres. Gracias por todo su amor, su comprensión, su apoyo, su tiempo, su cariño y por sus oraciones, gracias por todo el sacrificio que hicieron para darme una buena educación y por ser un gran ejemplo para mi. Gran parte de mi triunfo se los debo a ustedes.

### ***A la UNAM***

Quiero agradecer a esta hermosa Universidad, por permitirme crecer en todos los aspectos de mi persona, por ofrecerme todas las actividades que contribuyeron a mi educación, y por que aquí he vivido la mejor etapa de mi vida.

### ***Al Mtro. Víctor Moreno***

Gracias por compartir sus conocimientos, por estar siempre dispuesto a ayudar, por enseñarme a realizar los sueños y mostrarme que pese a todo; uno siempre puede salir adelante.

### ***A mis Profesores***

Por contribuir fuertemente en mi educación, y no solo en lo profesional que ahora llega a una gran meta, si no también en mi educación personal. Por enseñarme que un numero no refleja el conocimiento adquirido, por entrenarme en el trabajo de equipo y por poner a mi alcance un gran numero de herramientas necesarias para salir adelante y destacar como profesionista.

### ***A los Pacientes***

Que han sido una parte muy importante dentro de mis estudios a nivel profesional, ya que sin el apoyo y la confianza de ellos, este sueño no se hubiera hecho realidad.

---

# DEDICATORIAS

---

***A mis hermanos Enrique, Verónica, Silvia***

Por darme tantos momentos memorables, divertidos y agradables. Por compartir conmigo las diferentes etapas de la vida, gracias por ser mis amigos, por su amor, su paciencia, su apoyo.

***A Fabiola Morales***

A ti amor, gracias por todo tu apoyo y tu confianza. Por ser el aliento que me da ánimo para seguir siempre adelante y por tus consejos. Gracias por ayudarme a hacerle caso a mis sentimientos. Te amo.

***A Jacqueline Torres***

Tampoco te puedes quedar atrás, creo que no puede haber mejor cuñada que tú. Gracias por ayudarme en esto.

***A mis Sobrinos Enrique, Alondra, Isaac***

Que con su inocencia me han dado lecciones de vida que había olvidado en el pasado. Espero que este pequeño ejemplo leS sirva para ser mejores cada día.

---

# ÍNDICE

---



---

---

<b>Índice</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>Antecedentes</b> .....	<b>4</b>
Adhesivo .....	4
Adhesión .....	4
Fuerza de adherencia .....	5
Antecedentes Históricos de los Adhesivos .....	6
Evolución de los sistemas adhesivos .....	7
La importancia de la adhesión en la Odontología .....	9
Clasificación de los adhesivos contemporáneos .....	11
Generaciones de los adhesivos .....	11
Sistemas multicomponentes y monocomponentes .....	14
Sistemas adhesivos autograbadores .....	17
Grabado total – Sistemas autograbadores .....	20
Características ideales de un adhesivo dentinario .....	22
Componentes de un adhesivo .....	23
Resinas Compuestas .....	23
Antecedentes Históricos .....	24
Componentes de una resina .....	25
Clasificación de las resinas compuestas .....	27
Resinas con Nanorelleno .....	28

---

---

---

---

Propiedades Mecánicas -----	30
Ventajas Clínicas -----	30
Microfiltración -----	31
Resistencia Flexural -----	32
Resistencia Compresiva -----	32
Especificación No. 27 de la Norma de la ANSI/ADA. (1993) -----	33
<b>Planteamiento del problema -----</b>	<b>42</b>
<b>Justificación -----</b>	<b>42</b>
<b>Hipótesis -----</b>	<b>42</b>
<b>Objetivo general -----</b>	<b>44</b>
<b>Objetivo específico -----</b>	<b>44</b>
<b>Metodología -----</b>	<b>46</b>
Material -----	46
Método para la resistencia flexural -----	47
Método para la resistencia compresiva -----	48
Método para la Microfiltración -----	49
<b>RESULTADOS -----</b>	<b>52</b>
<b>CONCLUSIONES -----</b>	<b>56</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN -----</b>	<b>58</b>
<b>FUENTES NO REFERENCIADAS -----</b>	<b>59</b>

---

---

**ANEXOS:**

ANEXO 1	One Way Analysis of Variance (27 Mayo, 2004).....	61
ANEXO 2	One Way Analysis of Variance (27 Mayo, 2004).....	62
ANEXO 3	One Way Analysis of Variance (14 Junio, 2004).....	63

---

# INTRODUCCIÓN

---

## **Adhesivo agregado a resina; efecto sobre microfiltración, resistencia compresiva y resistencia flexural.**

### **INTRODUCCIÓN.**

Esta investigación se realizó debido a la inquietud que surgió por comprobar las propiedades que adquiere o modifica una resina al aplicarle adhesivo durante su colocación ya que últimamente algunos Cirujanos Dentistas han optado por aplicar esta técnica refiriendo una mejor manipulación; sin embargo, **no se** conoce como afecta directamente sobre sus propiedades.

Se realizó **una** investigación bibliográfica apoyándonos en artículos, páginas de Internet, **Journals** y libros, posteriormente hicimos las pruebas necesarias en el laboratorio basados en la norma No.27 de la A.D.A., observando los cambios sufridos por la resina en sus propiedades mecánicas (resistencia flexural y resistencia compresiva) y su microfiltración, al agregarle adhesivo durante su manipulación.

Se espera que el adhesivo no influya demasiado al ser agregado a la resina en cuanto a cambios en la microfiltración, resistencia compresiva y resistencia flexural, comparada con la que el fabricante nos menciona, comparando **con** los resultados esperados al aplicar una resina de forma convencional.

Agradezco al **Mtro.** Carlos A. Morales Zavala que me permitió estar en este proyecto de **Tesina**, así como todo su apoyo incondicional y depositar su confianza en **mi**. Admiro su calidad humana.



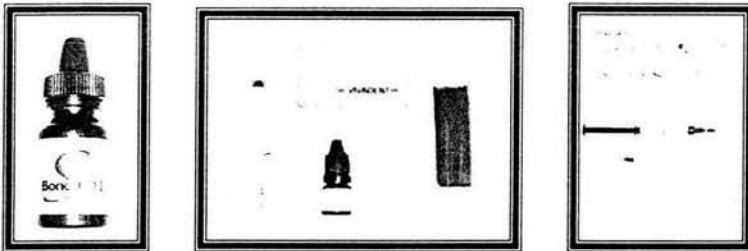
# ANTECEDENTES



## Antecedentes

### Adhesivo

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. Como se puede observar a continuación.



### Adhesión

La adhesión es la unión íntima que sucede entre dos superficies de diferente naturaleza química gracias a fuerzas interfaciales. Fuerzas interfaciales que son de dos tipos, las primeras químicas y/o electrostáticas, y las segundas mecánicas. Las mecánicas que pueden ser de efecto geométrico, o de efecto reológico no podrían considerarse adhesivas sino más bien de traba mecánica. Mientras que las primeras de Valencia Primaria (Enlaces Iónico, Covalente y Metálico) o Secundaria (Fuerzas de Van der Waals, de London y Puentes de Hidrogeno) se deben considerar adhesivas, con gran importancia dentro de la práctica de nuestra profesión el proveniente de enlaces covalentes, ya que este enlace es particular de la química del carbono, la cual es característica en los polímeros.



Imagen de tapones de resina que penetran en los tubulillos dentinarios

La adhesión 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. Por ejemplo, si se introduce una lámina de vidrio en agua y después se saca, parte del agua quedará en el vidrio (adhesión), pero el resto volverá a la masa inicial de agua (cohesión).<sup>3</sup>

### Fuerza de adherencia

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 de 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 otra. Otro caso es cuando una pluma que se saca de un tintero lleva adherida una gota de tinta.



La fuerza que permite que salga así esa gota se llama fuerza de adherencia, se debe a atracciones entre las moléculas del líquido y las del sólido.

Un caso particular en que se pone de manifiesto la adherencia es la capilaridad. Muchas situaciones se presentan en la Naturaleza y en la vida diaria en que interviene el ascenso capilar.

En medicina, se denomina adhesión al proceso que tiene lugar cuando se unen tejidos u órganos que normalmente están separados. Esta anomalía puede producirse después de una inflamación o durante la cicatrización tras una operación quirúrgica.<sup>3</sup>

### Antecedentes Históricos de los Adhesivos

- 1955. Buonocure: introduce el concepto del grabado del esmalte, primer paso de la odontología adhesiva. Sin embargo, sus trabajos tardaron casi veinte años en pasar a la clínica.
- 1962. Bowen: introduce la resina BIS-GMA, primer agente de unión al esmalte.
- 1970. Primer composite curado por luz ultravioleta: Nuva Fil (Dentsply).
- 1980. Fusayama: desarrolla el grabado total (Total-etch), tanto del esmalte como de la dentina. Sus trabajos tardaron diez años en popularizarse, por enfrentarse a los intereses comerciales de algunas casas comerciales norteamericanas empeñadas en mantener la capa de barrillo dentinario, basándose en la toxicidad del ácido fosfórico sobre la dentina.
- 1981. Puente Maryland: primer trabajo protésico en el que como única fuerza de retención se emplea la adhesión. Previamente, la moderna ortodoncia basa la retención de los brackets en el grabado ácido del esmalte.

- 1983. Horn: desarrolla el grabado de la porcelana, con la aplicación del ácido fluorhídrico. Las carillas de porcelana fueron el primer exponente de estas técnicas.
- 1984. MacLaghlin: uso de silanos, desarrollando el concepto de "fusión dental": unión porcelana-cemento de resina-diente.
- 1986. Se desarrolla la cerámica tipo IPS -Empress.
- 1986. Gasspoole y Erickson demostraron que el grabado del esmalte sólo necesitaba 15".
- 1987. El Scotchbond-2 fue el primer adhesivo en recibir la aceptación provisional de la ADA. Le siguió el Tenure.
- 1982. Nakabayahi: describe la denominada capa híbrida, uno de los mecanismos de la adhesión actual. En función de los cuales surgen los adhesivos de 4.ª generación (basados en el grupo 4-Meta).
- 1993. Van Meerkeek: describe tres zonas en la capa híbrida.
- 1994. Compomeros. Adhesivos dentinarios de 5.ª generación (monocomponentes).
- 1998. Desarrollo de las Ormoceras.<sup>8</sup>

## Evolución de los sistemas adhesivos

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

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

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

Pero el conocimiento posterior del "smear layer" durante la preparación cavitaria, impediría un contacto íntimo entre la resina y la dentina, imprescindible para una adhesión química.

Actualmente la evidencia de una unión química primaria esta todavía en entredicho como se ha demostrado por estudios espectroscópicos, aunque de forma secundaria fuerzas de Van der Waals pudieran contribuir en parte a la adhesión cuando se da un contacto íntimo entre el adhesivo y la dentina acondicionada.

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

De esta manera, el insuficiente mojamiento de la superficie dentinaria y la pobre infiltración hacia los túbulos llenos de líquido, que ocurría con los primeros adhesivos hidrofóbicos, ha evolucionado al uso de promotores de adhesión bifuncionales con propiedades tanto hidrofóbicas como hidrofílicas.

Uno de los requisitos ideales para cualquier material de restauración en odontología es el de poseer características adhesivas, puesto que al presentarse una unión íntima óptima entre el tejido dentario y el material restaurador, se va a conformar un solo cuerpo que con la utilización de maravillosos agentes adhesivos multifuncionales con capacidad de unión a substratos dentarios, metálicos, poliméricos y cerámicos, permiten la práctica de una odontología depurada, conservadora y de la más alta calidad.

### La importancia de la adhesión en la Odontología

Las preparaciones cavitarias previas a la era de la adhesión, se dividían solamente en preparaciones para ser restauradas con materiales plásticos que endurecían dentro de la cavidad bucal (amalgamas, silicatos, acrílicos). O bien cuando excedían los requisitos que estas preparaciones podían cumplir con esos materiales, y pasaban a ser resueltas con materiales rígidos (incrustaciones de diversos tipos y nomenclaturas).

Esto determinaba la necesidad de crear retenciones en el primero de los casos y en el caso de las incrustaciones, en cambio, preparaciones que otorgaban anclaje y estabilidad. La adhesión cambió notablemente estos criterios, y simultáneamente el advenimiento de conocimientos preventivos limitantes del desarrollo de la caries, permitieron el tallado de preparaciones menores muy limitantes del desarrollo de la caries, muy limitadas en su extensión y en muchos casos destinadas solamente a reemplazar el material dentario perdido. Así sobrevienen diversas posibilidades de preparaciones cavitarias toda vez que como consecuencia del fenómeno adhesivo, aparece además la posibilidad de efectuar restauraciones con importantes logros estéticos al poder adherir no solamente resinas, sino también estructuras cerámicas al tejido dental.

Todos estos criterios clasificatorios son limitantes si se usa solamente uno de ellos, debiendo entonces necesariamente ser combinados para poder indicar adecuadamente la actitud a adoptar.

Esto explica que el odontólogo actual debe pues, disponer de mayores conocimientos que años atrás, en dos aspectos muy importantes: conocimientos de química para poder determinar los procedimientos a usar según la diferencia de estructuras que debe adherir:

- Diente-diente
- Diente-metal
- Diente-cerámica
- Diente-materiales resinosos y/o no resinosos
- Diente-amalgama

Y obviamente ante tantas opciones, un mejor conocimiento biológico, mecánico y estético, es decir una mayor amplitud de conocimientos clínicos, para poder realizar el diagnóstico y tratamiento debido.

Dentro de la práctica odontológica para lograr una excelente adhesión requerimos una superficie adherente con energía superficial alta y un adhesivo de bajísima tensión superficial. Lo que sumado a un manejo adecuado de la contracción, estrés y velocidad de polimerización, como al módulo de elasticidad del material de restauración y la intensidad de luz de nuestra unidad de fotopolimerización nos evita la percolación marginal. Fenómeno que irremediablemente atenta contra la eficiencia de la restauración conservativa actual, presentándose la sensibilidad postoperatoria a corto plazo, como la recidiva de caries a mediano y largo plazo.<sup>3</sup>

## Clasificación de los adhesivos contemporáneos

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.

### Generaciones de los adhesivos.

**Primera generación:** Producto comercial Cervident (SS White) adicionó un comonomero, activador superficial, metacrilato glicidil fenilglicina-N, a la resina BIS-GMA, para facilitar la quelación del calcio superficial. Se encontró que este sistema tenía pobre adhesión (3 MPa) y ninguna ventaja con respecto a microfiltración comparado con la resina sin relleno.

**Segunda generación:** Fue desarrollada para uso clínico a comienzos de los 80's. La mayoría de estos materiales fueron ésteres halofosforados de resina sin relleno tales como Bisfenol A-glicidil Metacrilato (BIS-GMA) o Hidroxietil Metacrilato (HEMA). Se usó resina BIS-GMA con compuestos de fosfato polimerizables para promover la adhesión a componentes de Ca del sustrato mineralizado. El promedio de fuerza de adhesión a dentina de estos materiales fue de 2 a 7 Mpa.

**Tercera generación:** Introdujo el acondicionamiento dentinario mediante un "primer" previamente a la colocación del agente adhesivo que remueve el smear layer. Entre los acondicionadores dentinarios empleados se tuvieron el oxalato férrico/ácido nítrico al 2.5% y N-fenilglicina (NPG) seguido por PMDM, el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) seguido por hidroxietilmetacrilato (HEMA) y glutaraldehído, y luego una resina sin relleno, ácido maléico y HEMA seguido por una resina adhesiva que contenía BIS-

GMA y HEMA. El Prisma Universal Bond 3 (Caulk / Densply) fue diseñado para adherirse a los componentes orgánicos e inorgánicos de la dentina y constituyó el único sistema de tercera generación que no removía el smear layer, sino que penetraba a través de él incorporándolo en el adhesivo. Fuerza de adhesión a dentina entre 9 y 18 MPa.

**Cuarta generación:** Se basa en el concepto propuesto por Nakabayashi: la difusión e impregnación de resina dentro del sustrato de la dentina parcialmente descalcificada seguida por polimerización creando una capa híbrida de resina reforzada. Esta capa híbrida es una mezcla ácido resistente de estructura dental y polimérica creando un compuesto resina / dentina.

Se acondiciona la dentina y luego se aplica un sistema de resina multicomponente. Los primeros sistemas recomendaban el secado con aire de la dentina después del acondicionamiento, los adhesivos de cuarta generación se basan en la hidratación de la dentina como un parámetro crítico para la adhesión efectiva.

El acondicionamiento ácido desmineraliza superficialmente la dentina produciendo una superficie rica en fibras colágenas. El agua en la superficie ayuda a suspender las fibras de colágeno permitiendo espacio para la subsecuente penetración del "primer". La desecación excesiva de la superficie dentinal causa el colapso de la microestructura y crea una barrera que impide la penetración completa del "primer" Hidrofilico, la situación opuesta crea espacios vacíos resultantes de una separación entre las fases de los componentes del "primer" que llevan a una emulsión de polimerización de la capa adhesiva. El uso de rellenos crea un sistema que es radiopaco y en teoría exhibe menos contracción de polimerización en la capa adhesiva. El promedio de la fuerza de adhesión para estos sistemas es de 17 a 24 MPa.

La mayoría de las técnicas involucra el "grabado total" iniciado por Fusayama en 1979, éste remueve la capa de Smear Layer, abre los túbulos dentinales, aumenta la permeabilidad dentinal y descalcifica la dentina peritubular e intertubular. La profundidad de la descalcificación está afectada por factores como el pH, la concentración, la viscosidad y el tiempo de aplicación del grabador.

Luego del grabado ácido se aplica un "primer" que contiene monómeros de resina hidrofílica. Las moléculas del "primer" como HEMA contienen dos grupos funcionales: un grupo hidrofóbico que tiene afinidad por la resina y un grupo hidrofílico con afinidad por la superficie dentinaria. El "primer" humecta y penetra la red colágena y aumenta la energía superficial. La resina sin relleno se aplica y penetra la otra resina imprimando, copolimerizando con el "primer", para formar una capa entremezclada con resina y colágeno llamada zona de resina reforzada, capa de resina infiltrada o capa híbrida, descrita por Nakabayashi y col. en 1982.

**Quinta generación:** Estos sistemas combinan los pasos de imprimado y aplicación de resina adhesiva en una fórmula de un solo frasco. Su principio de acción es la hibridación de la dentina y el uso de la humedad residual para el efecto de penetración de la resina en la dentina, pueden requerir múltiples aplicaciones para una adhesión exitosa.

Estos adhesivos contienen la molécula PENTA la cual se supone graba parcialmente la dentina, por lo cual sólo se requiere de grabado del esmalte y no de grabado total.

**Sexta generación: adhesivos de autograbado.** No se elimina smear layer. Se infiltra, se produce acondicionamiento dentinal a través del smear layer.<sup>7</sup>



## Sistemas Multicomponentes y Monocomponentes

Cuando se hace referencia a los sistemas multicomponentes o monocomponentes, en realidad se hace alusión a la presentación física del sistema, es decir, la cantidad de botes que constituye el sistema adhesivo.

Se denominan sistemas multicomponentes, aquellas presentaciones comerciales de adhesivo convencionales que están constituidos por más de un bote (Ej.: Optibond (Total – Etch) – Kerr, Permagen – Ultradent, Permaquik – Ultradent, Scochtbond Multi - Purpose – 3M, Super Bond – Sun Medical).

En este caso los fabricantes presentan el “primer” en un bote separado del adhesivo, con la finalidad de que el “primer” asegure la eficiente mojabilidad de las fibras de colágeno que han sido expuestas previamente por el agente acondicionador, para que transforme el estado hidrofílico de los tejidos en hidrofóbico y facilite la entrada del adhesivo entre los canales interfibrilares, una vez que se ha agotado el tiempo de imprimación se aplica el adhesivo que deberá rellenar todas las irregularidades creadas por el agente acondicionador y sellar todos los túbulos dentinarios que fueron abiertos previamente por la sustancia desmineralizadora. La polimerización inicial y avanzada estabilizará la capa híbrida conformada, al igual que la copolimerización que se logre entre la resina compuesta y el adhesivo.

Entre las ventajas de los sistemas adhesivos multicomponentes se destacan:

- Técnica menos sensible: Permite la aplicación por separado del agente acondicionador, “primer” y el adhesivo.
- Proveen adhesión efectiva a esmalte y dentina (in vivo / in vitro).
- Proporciona mayor fuerza de adhesión a esmalte, en comparación con los sistemas monocomponentes y autograbadores.

- Los sistemas multicomponentes, se reconoce como los adhesivos más eficaces.
- Permite la incorporación de nanopartículas que mejoran las propiedades físicas del sistema adhesivo, además, estas micropartículas actúan como un componente de absorción de estrés residual y reforzando la red colágena.

Con respecto a las desventajas se sugiere que:

- Existe mayor riesgo de sobredesmineralizar la dentina. Necesidad de mayor tiempo clínico.
- Posibilidad de contaminar la estructura dental, porque se deben llevar a cabo varias fases clínicas (grabado ácido, lavado - enjuague, imprimación, aplicación del adhesivo y fotopolimerización).
- Mayor riesgo de sobresecar el tejido dental o que exista exceso de humedad en el substrato adherente.

Los sistemas adhesivos monocomponente o monobotes, son aquellos donde el "primer" y el adhesivo se han incorporado a través de diferentes procesos químicos y físicos en un solo envase (Ej.: Excite – Vivadent, One Coat Bond – Coltene, One Step – Bisco, Prime Bond NT– Dentsply, Syntac Sprint – Vivadent, Syntac Single Component – Vivadent, Single Bond – 3M). Estos sistemas se sintetizaron con la finalidad de disminuir el número de pasos clínicos y el tiempo de trabajo. Sin embargo, según algunos estudios, la ganancia de tiempo no es substancialmente importante, porque la diferencia de tiempo de trabajo total entre un sistema multibotes y otro monobote varía entre 10 – 60 segundos.

Ventajas de los sistemas monocomponentes:

- Reducción del tiempo de trabajo, en comparación con los sistemas multicomponentes, porque se elimina un paso clínico (aplicación del "primer").
- Posibilidad de presentación en monodosis: Asegura la composición estable del adhesivo y la evaporación controlada del solvente.
- Ayuda a disminuir las infecciones cruzadas, porque permite realizar una aplicación más higiénica.
- Permite la incorporación de nanopartículas, que actúan mejorando las propiedades físicas del adhesivo, además refuerzan la red colágena y favorecen la disminución de fracturas adhesivas y cohesivas de la capa híbrida.

A pesar que los sistemas monocomponentes son adhesivos de alta tecnología, presentan algunas desventajas, entre las más importantes:

- El uso de estos sistemas adhesivos, no necesariamente implica la reducción del tiempo clínico, porque algunas presentaciones comerciales ameritan de la aplicación de varias capas (Prime Bond NT – Dentsply), con la finalidad de obtener una capa adhesiva con un grosor suficiente.
- Técnica más sensible, porque amerita la aplicación de varias capas.
- Existe mayor riesgo de crear una capa de adhesivo muy fina, que no posea la capacidad de absorción de estrés residual o que ocurra una polimerización incompleta debido a la inhibición por oxígeno.
- Estudios clínicos a largo plazo insuficientes.

## Sistemas adhesivos autograbadores.

Los sistemas adhesivos 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, porque 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).

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 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 dicho del adhesivo (Ej.: 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 química 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 (Ej.: Ecth & Prime 3.0 – Degussa, One Up Bond – Tokuyama, Prompt L Pop 1, 2 – 3M / ESPE, Xeno III – Dentsply).

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 , 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.

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 inclusión del smear layer en la capa híbrida, con la diferencia que los tags de resinas que se logran obtener, con el uso de los 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 4 – Meta, Clearfil Liner Bond – Kuraray, F2000 – 3M, Imperva Bond – Shofu, One Up Bond F - Tokuyama ), son capaces de interactuar molecularmente con la hidroxiapatita y establecer un enlace interatómico perdurable.

De acuerdo a Van Meerbeek & Others (2000), este mecanismo de adhesión es menos agresivo que aquellos que utilizan la técnica de grabado ácido convencional, al parecer, permiten un sellado eficaz de los túbulos dentinales 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 han propuesto la adición de nanopartículas a esta clase de adhesivos, aunque no existen muchos estudios al respecto.

Los sistemas adhesivos con pH menor o igual a 1 (Ej.: Prompt L Pop – 3M / ESPE, Non Rinse Conditioner & Prime Bond NT – Denstply), actúan de manera similar a los sistemas convencionales, es decir, cuando se aplica este tipo de sistema adhesivo, éste elimina casi totalmente la hidroxiapatita que recubre la fibrilla 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) y a través del sistema de resin tags (imbricación entre el adhesivo y el substrato adherente), se establece la traba mecánica.

Según Gordan & Others (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 otras ventajas de estos sistemas se destacan:

- Desmineralización e infiltración de resina simultanea.
- 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.

### Grabado total – Sistemas autograbadores

La técnica de grabado ácido total se basa en la aplicación de ácido ortofosfórico entre 30 – 40% sobre el esmalte y la dentina simultáneamente.

A inicio de los años 90 una serie de estudios de microscopía electrónica concluyeron que el ácido fosfórico (30 – 40%), como agente acondicionador de la dentina era agresivo, porque era capaz de desmineralizarla entre 7 – 16 micras y que luego el adhesivo no rellenaba u ocupaba toda la superficie tratada. Como respuesta a esta problemática y con el objetivo de disminuir la profundidad de desmineralización del tejido dentinal, se implementó el uso de ácido fosfórico a bajas concentraciones (10 – 20%) entre otros ácidos como el maléico, cítrico y nítrico, actualmente estos ácidos son poco utilizados debido a su pobre capacidad para acondicionar el esmalte.

Según Van Meerbeek & Others (1994), cuando se aplica ácido fosfórico (30 – 40%) directamente sobre la dentina durante más de 15 segundos este substrato se sobredesmineraliza, con ciertas excepciones (dentina esclerótica o hipermineralizada), por lo tanto, no se recomienda aplicar ácido fosfórico durante más de 15 segundos sobre la dentina. Ellos sugirieron que, como el esmalte aparentemente requiere un acondicionamiento más agresivo que la dentina, entonces primero se colocará el ácido fosfórico (30 – 40%)

sobre el esmalte, con la finalidad de descontaminar, remover el barrillo que se genera durante la preparación cavitaria, crear microporosidades o grietas micrométricas, además de aumentar la energía superficial, 5 segundos más tarde, el agente acondicionador se aplicará sobre la dentina durante 15 segundos, para un tiempo total del acondicionamiento dental de 20 segundos, de esta manera se evitará en gran parte la desmineralización excesiva de la dentina y el colapso de la malla colágena, factores fundamentales para el establecimiento de la capa híbrida.

Es importante destacar, que cuando se utilice la técnica de grabado total + 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 con los sistemas autograbadores de última generación (Ej.: Xeno III – Dentsply, One Up Bond F - Tokuyama), se obtienen fuerzas de adhesión superiores en comparación con sistemas anteriores, aunque no existen estudios concluyentes al respecto.

Pashley & Others (1998), con la finalidad de mejorar la adhesión de estos sistemas al esmalte sugirieron la aplicación del adhesivo autograbador (todo en uno), primero sobre esmalte, seguido de la dentina y luego nuevamente sobre esmalte, de esta manera el esmalte podría ser acondicionado de la manera más idónea posible y se incrementaría la fuerza de adhesión.



Otra línea de adhesivos, familia de los sistemas autograbadores que se patentaron hace algunos años, son los llamados adhesivos autograbadores para compómeros - Compomer Adhesives - (Ej.: Prompt L Pop for compomer – 3M / ESPE, F2000 Adhesive – 3M / ESPE, Compoglass - Vivadent ), se introdujeron en el mercado con la finalidad de que se utilizaran como el sistema adhesivo de elección para los compómeros o resinas poliácidas. Inoue & Others (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 refería sensibilidad al frío.

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 dentinal 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.

### Características ideales de un adhesivo dentinario

Un adhesivo dentinario ideal debería conseguir lo siguiente:

- Adherirse a la dentina con una fuerza igual o mayor que la de un composite al esmalte grabado.
- Alcanzar rápidamente (en pocos minutos) la máxima fuerza de adhesión para permitir las manipulaciones de acabado y pulido, así como el

restablecimiento funcional post-operatorio del paciente en un plazo de tiempo razonable.

- Ser biocompatible y no irritar el tejido pulpar.
- Prevenir las microfiltraciones.
- Demostrar una estabilidad prolongada en el medio oral.
- Ser mas fácil de aplicar y clínicamente indulgente.

### Componentes de un adhesivo

- Disolvente (agua, alcohol, acetona)
- Monómeros
- Promotores de adhesión
- Relleno

### Resinas Compuestas

El termino material compuesto puede definirse como un compuesto de dos o mas materiales diferentes con propiedades superiores o intermedias a las de los constituyentes individuales.

Los polímeros se utilizan en diferentes áreas de la Odontología. Estas incluyen obturaciones provisionales y definitivas, cementación, impresiones, férulas, entre otras aplicaciones terapéuticas. En los últimos años la industria Odontológica ha dirigido amplias investigaciones en el campo de los materiales poliméricos usados en las técnicas de restauración directa, - Resinas Compuestas - con la finalidad de mejorar algunas de sus propiedades mecánicas y químicas, incluidas entre éstas la resistencia a la compresión y a la abrasión, además del sellado marginal, stress de polimerización, adhesión al substrato dental, biocompatibilidad y estética.

Como es de nuestro conocimiento, las resinas compuestas usadas en procedimientos restauradores directos presentan en su composición dos fases. Una fase orgánica constituida por BIS-GMA y dimetacrilatos (UDMA) y la otra por una fase inorgánica o de relleno que son partículas de sílice, vidrio o cuarzo. En vista que químicamente ambas fases no son compatibles, es necesario el uso de un agente de acoplamiento (silanos) que les permita su unión. Las resinas también presentan: fotoiniciadores (en la mayoría de los casos, el 90% es canforquinona), aceleradores, así como pigmentos que le imprimen color a las resinas.<sup>4</sup>

### Antecedentes Históricos

La introducción de las resinas compuestas dentales comenzó en la década de 1960 por el Dr. Bowen, el cual utilizó un nuevo monómero denominado BIS-GMA (bisfenol A glicidilmetacrilato) con un relleno de cuarzo granulado, sustituyendo a sus predecesores: resinas acrílicas y cemento de silicato como un material restaurativo anterior, ya que brindaba una mayor estética y una mejor manipulación; aunque posteriormente hubo que variar el tamaño del grano de relleno pues las restauraciones tenían poca resistencia al desgaste y al pulido. A partir de ese momento su composición y utilización fue variando considerablemente.

Estos materiales fueron ganando aceptación por su versatilidad y por las controversias que surgieron con respecto a la toxicidad de las amalgamas dentales. Por ello fue necesario ampliar las investigaciones con el objetivo de obtener una resina compuesta que tuviera las características de poseer excelente estética, resistencia al desgaste y a la fractura y que pudiera ser utilizado en el sector posterior donde las fuerzas de la masticación son más intensas. Numerosas fueron las dificultades que se presentaron con las restauraciones posteriores de resina compuesta.

Entre las más importantes podemos citar la poca resistencia al desgaste relacionada con el mayor tamaño de las partículas de relleno, la contracción de polimerización que provocaba pobre adaptación en los márgenes de la cavidad, con pérdida de sellaje a ese nivel, microfiltraciones, sensibilidad post-operatoria y caries recurrentes.

Esto conllevó al empleo de una serie de nuevas técnicas como son la utilización de la técnica del grabado ácido, la técnica del curado incremental con luz ultravioleta, los sistemas bonding, el empleo de cavidades de mínima preparación, las técnicas de restauración inlay/onlay, la diversificación en la composición de la matriz de la resina, el empleo de medidas de partículas de relleno más pequeñas.

Más adelante surgió la problemática de que los operadores no se sentían cómodos al tener que utilizar dos tipos de resinas compuestas para las restauraciones anterior y posterior respectivamente, lo que dio lugar a que los fabricantes se dieran a la tarea de lograr un producto que tuviera esas posibilidades de uso y que mantuviera las propiedades adecuadas para este tipo de restauraciones.

### Componentes de una resina

- Monómero o polímero respectivamente
- Relleno
- Iniciador de la polimerización
- Estabilizadores
- Pigmentos
- Agentes de enlace entre la matriz y el relleno

**Monómero:** Entre los monómeros principales (alto peso molecular) describe al BIS-GMA, que es un dimetacrilato aromático y que es producto de la adición del bisfenol A y el glicidilmetacrilato (GMA), el cual posee altas cadenas cruzadas. Los monómeros diluentes (bajo peso molecular) son los que se utilizan para disminuir la viscosidad de la resina, no polimerizada y facilitar la manipulación clínica. Existen dos tipos de monómeros diluentes; monofuncional (metilmetacrilato) y difuncional (dimetacrilato de etilenglicol y dimetacrilato de trietilenglicol).

**Rellenos inorgánicos:** Los rellenos mas usados en las resinas compuestas incluyen el cuarzo, vidrios y partículas de sílice coloidal. En adición el litio, el bario o el estroncio son usados en algunos vidrios para impartir radiopacidad.

**Iniciadores de la polimerización:** los radicales libres necesarios para iniciar la reacción de polimerización, son productos en los composites por la reacción de los iniciadores. El peroxido de benzoilo y las aminas terciarias aromáticas son los iniciadores mas comunes en la polimerización químicamente activada.

**Inhibidores de la polimerización:** muchos componentes retardaran o inhiben la polimerización. Uno de los inhibidores mas comúnmente usados es el eter monometilico de hidroquinona.

**Rellenos:** los rellenos son usados en las resinas compuestas dentales para proveer resistencia, incrementar la rigidez, reducir los cambios dimensionales cuando las resinas son calentadas y enfriadas, reducir la contracción, proveer radiopacidad, mejorar la estética y la manipulación. En general las propiedades físicas y mecánicas de estas resinas son mejoradas en relación directa a la cantidad de relleno adicionado.

## Clasificación de las resinas compuestas

- **Resinas de macrorelleno.** La mayor desventaja clínica de los compuestos tradicionales es la superficie rugosa que se presenta durante el desgaste abrasivo de la suave matriz de resina que dejan las partículas de relleno resistentes al desgaste. El tamaño de su partícula es de 9 a 12 micrones.
- **Resinas de microrelleno.** En un esfuerzo por resolver el problema de la rugosidad de la superficie en los compuestos tradicionales, se desarrolló un tipo de material que tiene las partículas de sílice coloidal como relleno inorgánico. Las partículas individuales son aproximadamente de 0.04 micrones de tamaño, por lo tanto son 200 a 300 veces menores que el promedio de las partículas de cuarzo de los compuestos tradicionales. El concepto de resina de microrelleno se vincula al esfuerzo de la resina con un relleno, aunque estos compuestos muestran una superficie tersa similar a la obtenida con la resina acrílica de restauración directa sin relleno.
- Los compuestos con microrrelleno tienen propiedades mecánicas y físicas inferiores a los compuestos tradicionales, porque el 50 al 70% en volumen del material de restauración se hace de esta resina. La mayor cantidad de resina comparada con el relleno da lugar a porción de agua, a mayor coeficiente de expansión térmica y a disminución del módulo de elasticidad.
- **Resinas híbridas.** Esta categoría de materiales compuestos se desarrolló en un esfuerzo por obtener una mejor superficie lisa y proporcionar un compuesto de pequeñas partículas que mantengan las propiedades de estos últimos. Los compuestos híbridos son vistos como aquellos que tienen características estéticas y que son comparables con los compuestos de microrelleno utilizado en

restauraciones anteriores. Como el nombre lo incluye, hay dos tipos de partículas de relleno en los compuestos híbridos. Los compuestos híbridos modernos consisten en sílice coloidal y partículas de cristales que contienen metales pesados, constituyendo un contenido de relleno de aproximadamente de 75 a 80% en peso. El cristal tiene un tamaño de partícula promedio entre 0.6 y 1.0  $\mu\text{m}$ . Las propiedades físicas y mecánicas de estos sistemas generalmente se encuentran entre los compuestos tradicionales y compuestos de rellenos de partícula pequeña. Debido a que las partículas del esmerilado contienen metales pesados, tienen mayor radiopacidad que el esmalte.

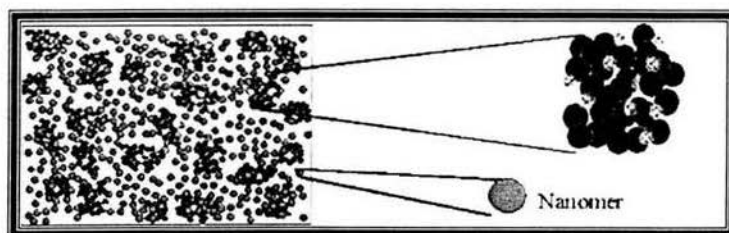
### Resinas con Nanorelleno

La tecnología está permitiendo un gran aporte al desarrollo de nuevos biomateriales odontológicos que se pueden usar en la clínica, en este sentido la nanotecnología no solo puede aplicarse a las ciencias biológicas, industria textil, aeroespacial y automotriz así como a la informática, sino también ha podido proyectarse con singular éxito a los biomateriales dentales; en este caso particular a una nueva generación de resinas compuestas. 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.

Como es de nuestro conocimiento, las resinas compuestas usadas en procedimientos restauradores directos presentan en su composición dos fases. Una fase orgánica constituida por BIS-GMA y dimetacrilatos (UDMA) y la otra por una fase inorgánica o de relleno que son partículas de sílice, vidrio o cuarzo. En vista que químicamente ambas fases no son compatibles, es necesario el uso de un agente de acoplamiento (silanos) que les permita su

unión. Las resinas también presentan: fotoiniciadores (en la mayoría de los casos, 90%, es canforquinona), aceleradores, así como pigmentos que le imprimen color a las resinas.

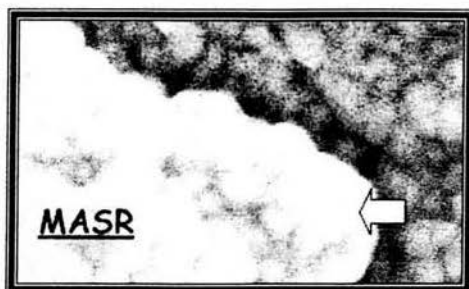
La nanotecnología ha desarrollado una nueva resina compuesta, que se caracteriza por tener en su composición la presencia de nanopartículas que presentan una dimensión de aproximadamente 25 nm y los "nanoclusters" de aproximadamente 75 nm. Los "nanoclusters" están formados por partículas de zirconia/silica o nanosilica. Los "clusters" son tratados con silano para lograr entrelazarse con la resina. La distribución del relleno (cluster y nanopartículas) muestran un alto contenido de carga de 72.5%.<sup>4</sup>



Se puede observar en el siguiente esquema la presencia de las unidades de nanopartículas y los "nanoclusters" de la nueva resina compuesta Filtek Supreme (3MESPE).

Las resinas compuestas translúcidas de esta generación se caracterizan por presentar un 78.5% de carga en su composición, por lo tanto, se ha logrado incrementar la resistencia y obtener una resina con mejor o similar manipulación que las resinas híbridas o microhíbridas.





Microscopía electrónica de barrido de la superficie de la resina compuesta experimental Nautilus (EXM-615), Filtek Supreme.(3MESPE) en donde se observan los "nanoclusters" unidos entre sí.

## Propiedades Mecánicas

Esta generación de resinas ha sido sometida a pruebas independientes por grupos de investigación en reconocidas universidades de U.S.A. y Europa, demostrando poseer las cualidades mecánicas que un material debe presentar para poder soportar las fuerzas masticatorias.

Resistencia compresiva, resistencia flexural, baja contracción de polimerización, resistencia a la fractura, alta capacidad de pulido, adecuado módulo de elasticidad son algunas de las propiedades que han sido evaluados superando las normas de control de calidad.

## Ventajas Clínicas

Al presentar un menor tamaño de partícula, podremos lograr un mejor acabado de la resina, que se observa en la textura superficial de la misma disminuyendo las posibilidades de biodegradación del material en el tiempo. Además, esta tecnología ha permitido que las cualidades mecánicas de la resina puedan ser lo suficientemente competentes para indicar su uso en el sector anterior y posterior.

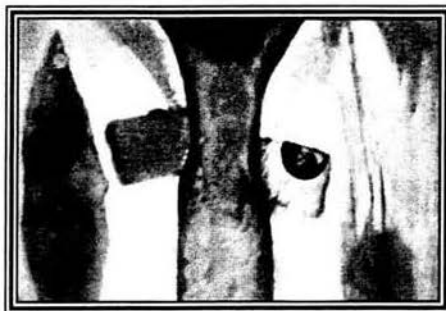
No debemos dejar de señalar que el hecho de presentar un menor tamaño de las partículas produce una menor contracción de polimerización, garantizando que el estrés producido debido a la fotopolimerización sea menor, generando sobre las paredes del diente una menor flexión cuspeada, además de disminuir la presencia de "microtags" a nivel de los bordes adamantinos, que son los responsables de la filtración marginal, cambios de color, penetración bacteriana y posible sensibilidad post-operatoria.

Otros aspectos importantes a señalar es que cuenta con colores para caracterizar, dentina, esmalte y translúcidos.

Referente a su manipulación debemos señalar que es adecuada, sin embargo en los translúcidos se ha podido encontrar algo de mayor viscosidad. Finalmente, se ha considerado en su desarrollo el uso de una guía VITAPAN, guía clásica de colores.<sup>17</sup>

### Microfiltración

Se define como el paso no detectable clínicamente de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre una pared cavitaria y el material restaurativo (Kidd, 1976), ocasionando coloración y deterioro de los márgenes de la restauración, caries secundaria en la interfase diente-restauración, hipersensibilidad del diente restaurado y el desarrollo de patologías pulpares (Going 1972).<sup>16</sup> Como a continuación se observa.



## Resistencia Flexural

Resistencia es la tensión necesaria para causar fractura o una cantidad específica de deformación plástica. Cuando se describe la resistencia de un objeto o material, a menudo se hace referencia a la tensión final que se requiere para causar fractura. Ambos tipos de comportamiento de deformación pueden describirse por las propiedades de la resistencia, pero deben de usarse los términos apropiados para diferenciar entre tensión máxima para producir deformación permanente y la requerida para causar fractura.

La resistencia a la flexión, resistencia transversa o modulo de ruptura, como se denomina esta propiedad, de hecho es una prueba de resistencia de una barra apoyada en cada extremo, o de un disco delgado apoyado en un circulo inferior de sostén bajo carga estática.

Las unidades de tensión son fuerzas por unidad de superficie, mas a menudo dadas en unidades de MPa, en cierta forma, esta prueba es una medida colectiva de elasticidad, compresión y tensiones tangenciales, simultáneamente sin embargo, para muestras suficientemente delgadas; esta de ordinario es denominada por la tensión elástica que se desarrolla en la superficie inferior. Cuando se aplica a la carga la muestra se dobla.<sup>11,14</sup>

## Resistencia Compresiva

Cuando la situación es de dos fuerzas de igual dirección (actuando sobre una misma recta) y en sentido contrario la tendencia es a disminuir la longitud del cuerpo (aplastarlo, comprimirlo, se inducen dentro de él, tensiones que se denominan compresivas).

Simultáneamente se produce una deformación en compresión y, si se estudia la tensión máxima que se puede llegar a inducir, se hablara de resistencia compresiva o a la compresión.<sup>18,19,20</sup>

### Especificación No. 27 de la Norma de la ANSI/ADA. (1993)

Todos los programas de investigación sobre materiales restauradores, así como de materiales dentales en general, están limitados actualmente a evaluaciones de laboratorio acerca de sus propiedades físicas y mecánicas. Los programas más antiguos y largos han sido llevados acabo por la Asociación Dental Americana (ADA). Y han sido exitosos desde finales de las década de los años 20.

Los programas de investigación para materiales dentales están basados en las especificaciones de la Norma establecidas por organizaciones de estandarización nacionales o internacionales, como el Instituto Nacional de Estandarización Americana (ANSI) y la Organización Internacional de Estandarización (ISO). (23)

La especificación No. 27 de la ANSI/ADA de 1993, informa y ordena los requisitos que deben de tener los materiales restauradores a base de resina, y la metodología que se debe seguir para obtener los valores físicos en base a necesidades clínicas de uso de este material.

Para el caso de resinas fotopolimerizables, alguna de las pruebas físicas que se obligan es: profundidad de curado, resistencia flexural, sorción acuosa, solubilidad y radiopacidad, así como la resistencia a la compresión que está indicada en el apéndice de la Norma, como prueba de comparación que se hace entre productos similares, pero no se considera parte de la Norma.

Para la verificación de estas propiedades físicas se utilizan los aparatos y Equipo de acuerdo a lo requerido por la Norma especificación # 27 de la ANSI/ADA en los siguientes incisos:

## **6 Preparación para especímenes de prueba.**

Nota: Para la preparación de los materiales tipo II, se debe referir a las instrucciones del fabricante la cual debe establecer la fuente de energía externa o fuentes recomendadas para los materiales a ser probados. Se debe tener cuidado para asegurar que la fuente está en condiciones satisfactorias de operación.

Mezclar o de otra forma preparar el material de acuerdo con las instrucciones del fabricante y las condiciones de prueba especificadas en 7.2.

## **7.8 Propiedades flexurales**

### **7.8.1 Aparatos**

7.8.1.1 El molde se cubre ligeramente con un medio separador, para la preparación de una muestra de prueba de 25 +/-2mm. x2 +/-0.1mm. x2 +/-0.1mm.

7.8.1.2 Dos losetas de vidrio, cada una con el área suficiente para cubrir al molde.

### **7.8.2 Pinza pequeña .**

7.8.1.4 Recipiente con agua, capaz de mantener una temperatura de  $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

7.8.1.5 Fuente de energía externa ( para materiales tipo II ), como lo recomienda el fabricante para uso con el material de prueba.

7.8.1.6 Micrómetro, aproximación de 0.01mm.

7.8.1.7 Equipo de prueba y aparatos para la aplicación de carga como se especifica en 7.8.3

El aparato consiste esencialmente de dos varillas (2mm de diámetro), montado paralelamente con 20mm. entre los centros y una tercera varilla (2mm. de diámetro) centrada entre y paralela a las otras dos, de tal modo que las tres varillas en combinación puedan ser usadas para aplicar una carga de tres puntos a la muestra.

7.8.3 Preparación de las muestras de prueba.

7.8.3.1 Materiales tipo I

Preparar en material de acuerdo con las instrucciones del fabricante e inmediatamente colocarlo en el molde (7.8.1.1) posicionado sobre una de las losetas de vidrio (7.8.1.2). Colocar la segunda loseta ene. Tope del molde y ligeramente aplicar presión por medio de la pinza (7.8.1.3) de manera que se extruya el exceso de material del molde.

Colocar el ensamblado ene. Recipiente con agua (7.8.1.4) mantenido a  $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$  tres minutos después de empezar la

mezcla. Remover la pinza, remover las losetas y separar el molde 15 minutos después de empezar la mezcla. Almacenar las muestras en agua destilada a  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  por el tiempo especificado en 7.8.3. preparar cinco muestras.

#### 7.8.3.2 Materiales tipo II

Preparar el material de acuerdo con las instrucciones del fabricante, y llenar el molde con éste (7.8.2.1). Colocar la punta de la lámpara de fotopolimerización al centro de la muestra (7.8.1.5) y contra las losetas de vidrio. Irradiar la sección de la muestra por el tiempo de exposición recomendado. Mover la punta de la lámpara a la sección próxima al centro, traslapando la sección previa e irradiando el tiempo apropiado. Después irradiar la sección del otro lado del centro en la misma forma. Continuar con este procedimiento hasta ver que toda la muestra haya sido irradiada el tiempo de exposición recomendado. Repetir el procedimiento de irradiación del otro lado de la muestra. Se colocó el ensamblado en el recipiente con agua mantenido a  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  por 15 minutos. Después remover las muestras del molde y almacenar en agua destilada a  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ .

#### 7.8.4 Procedimiento

Medir las dimensiones de la muestra con una precisión de  $\pm 0.01$  mm 23 horas y 45 minutos después de iniciada la mezcla, en el caso de los materiales tipo I, o la irradiación, en el caso de materiales tipo II. Transferir las muestras al aparato de pruebas de fuerza flexural (7.8.1).

Veinticuatro horas después de empezada la mezcla, aplicar una carga a la muestra a una velocidad de carga de 0.75+/-0.25mm/min., o a un rango de carga de 50+/-16N/min. Hasta la fractura de la muestra. Registrar la máxima carga ejercida sobre la muestra. Repetir la prueba en las otras cuatro muestras.

#### 7.8.5 Cálculo y expresión de los resultados.

##### 7.8.4.1 Fuerza Flexural.

Calcular la fuerza flexural en MegaPascales con la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{3 Fl}{2Bh^2}$$

Donde:

F = máxima carga en Newtons, aplicada a la muestra

l = distancia en milímetros entre los soportes con una exactitud de +/- 0.01 mm.

B = grosor en milímetros de la muestra medida inmediatamente antes de la prueba.

H = altura en milímetros de la muestra medida inmediatamente antes de la prueba.

##### 7.8.4.3 Interpretación de los resultados

###### 7.8.4.3.1 Calcular los cinco resultados de fuerza flexural



Si cuatro o cinco de los resultados están arriba de 50 MPa, el material se considera que ha cumplido con uno de los requerimientos de fuerza flexural.

Si cuatro o cinco de los resultados están por debajo de 50 MPa, se considera que el material ha fallado absolutamente.

Si solo tres de los resultados son mayores de 50 MPa, se repetirá toda la prueba. Si solo cuatro de los resultados están por encima de los 50 MPa en la segunda ocasión, el material se juzgará que ha fallado toda la prueba.

7.8.4.3.2 Si cuatro o cinco de cinco especímenes, o donde fuera necesaria

una segunda serie, ocho o nueve de los diez especímenes estuvieran arriba de 50 MPa, descarte los resultados fallidos y calcule la resistencia flexural media de las muestras exitosas.

## **A 2.2 Fuerza Compresiva**

### **A 2.2.1 Aparatos**

A 2.2.1.2 Un molde metálico dividido, revestido con un medio separador apropiado, para la preparación de una muestra cilíndrica de  $4 \pm 0.1$  mm. de diámetro por  $6 \pm 0.1$  mm de altura.

Dos losetas de vidrio con la suficiente área para cubrir el molde.

A 2.2.1.3 Pinza pequeña.

A 2.2.1.4 Lámpara de luz fotopolimerizable ( para los materiales tipo II )  
recomendada por el fabricante para el uso de este material.

A 2.2.1.5 Aparato de pruebas para aplicar carga compresiva uniaxial a una  
tensión de  $1 \pm 0.25$  mm/min.

A 2.2.2 Preparación de las muestras a prueba.

A 2.2.2.1 Materiales tipo I

Mezclar el material de acuerdo con las instrucciones y colocarlo inmediatamente en el molde posicionado sobre una de las losetas. Colocar la segunda loseta en el tope del molde y aplicar una ligera presión con la pinza, de manera que se extruya el excedente de material del molde. Tres minutos después de comenzar la mezcla, remover la pinza y separar el molde, almacenar las muestras en agua destilada a 37°C. Preparar cinco muestras.

A 2.2.2.2 Materiales tipo II

Preparar el material de acuerdo a las instrucciones del fabricante y llenar el molde con éste, como se describe en 2.2.2.1. Colocar la punta de la lámpara de fotopolimerización contra las losetas de vidrio e irradiar la muestra con el tiempo de exposición recomendado. Invertir el molde e irradiar el otro lado de la muestra.

Si el fabricante expresa que la profundidad de curado es menor que 3.0 mm., o que la profundidad de curado fue determinada de acuerdo a ISO 4049 7.7, es menor que 3.0 mm, entonces se usará un molde de cristal de cuarzo el cual deberá recibir una exposición lateral. Después de la irradiación colocar el molde en el recipiente con agua a 37°C por 15 min. y después remover la muestra del molde y almacenar en agua destilada a 37°C.

#### A 2.2.2.3 Procedimientos de pruebas

Veintitrés horas con cincuenta minutos después de comenzada la mezcla, transferir la muestra a la máquina de pruebas para aplicar la compresión. Veinticuatro horas después de comenzada la mezcla aplicar la carga a la muestra a una tensión de 1.0+/- 0.25mm./min.

#### A 2.2.2.4 Cálculo y expresión de los resultados

$$\text{Fuerza compresiva en MPa} = \frac{F}{d^2}$$

Donde:

F = máxima fuerza en Newtons ejercida sobre la muestra

d = diámetro de la muestra en milímetros

Calcular y registrar el resultado de las cinco pruebas. Si más de dos muestras caen fuera del promedio por un 15% o más, se debe repetir toda la prueba.<sup>21</sup>

---

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

**JUSTIFICACIÓN E**

**HIPÓTESIS**

---

## **Planteamiento del problema**

Actualmente algunos Cirujanos Dentistas agregan adhesivo sobre la resina al momento de colocarla refiriendo una mejor manipulación, pero no se sabe como se verán afectadas sus propiedades mecánicas (resistencia compresiva y resistencia flexural) y su microfiltración.

## **Justificación**

Es por eso que el Cirujano Dentista decidirá si sacrifica o no las propiedades de la resina dadas por el fabricante; por obtener una mejor manipulación.

## **Hipótesis**

El uso del adhesivo durante la manipulación de la resina, afecta las propiedades mecánicas (resistencia compresiva y resistencia flexural) y la microfiltración de la misma.

---

# OBJETIVOS

---

### **Objetivo general**

Comparación de la técnica de colocación de una resina en la forma convencional contra la misma técnica pero agregándole adhesivo.

### **Objetivo específico**

- Comparar la resina al agregarle adhesivo al momento de obturar y valorar las propiedades en su microfiltración.
- Comparar la resina al agregarle adhesivo al momento de obturar y valorar las propiedades en la resistencia compresiva.
- Comparar la resina al agregarle adhesivo al momento de obturar y valorar las propiedades en la resistencia flexural.



# METODOLOGÍA





## Metodología

Nos basaremos dentro de la norma No. 27 de la A.D.A.

### Material

- Dos jeringas tono A3 de la marca Filtek Supreme de 3M (St. Paul Minnesota, E.U.).
- Adhesivo (excite-Ivoclar-Vivadent).
- Ácido grabador (total etch-Ivoclar-Vivadent).
- Instrumento P1.
- Aceite de Silicon.
- Lámpara de fotopolimerización Astralis 3.
- Norma de la ANSI/ADA Especificación No.27 para Materiales de resina con relleno 1993.
- Dos losetas de vidrio transparente de 2mm de grosor.
- Moldes de acero inoxidable para la fabricación de especímenes cilíndricos de 6mm de diámetro por 4mm de altura y moldes rectangulares de 25mm/2mm/2mm.
- Vernier digital modelo Max-Cal, de Fowler & NSK, Japón.
- Ambientador de muestras.
- Agua desionizada.
- Máquina de pruebas mecánicas Instron 5567. Chicago, Illinois.
- 20 dientes extraídos recientemente.
- Barniz rojo.
- Azul de metileno Sol. 1%.
- Recortadora de dientes.
- Microscopio.
- Cinco reglas de 30 cm.

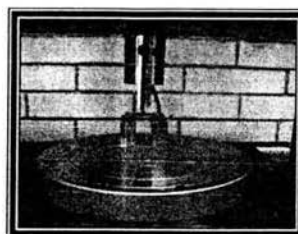
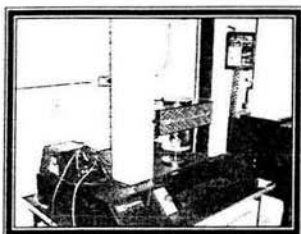
- Acrílico autopolimerizable.
- Máquina de termociclado.

### Método para la resistencia flexural.

Para esta prueba se realizaron especímenes para prueba, según lo indicado en la norma 7.8.1.1. se colocó separador a base de glicerina en la parte interna de los moldes, que posteriormente fueron colocados en una loseta de vidrio, se procedió a la colocación del material de prueba (Filtek Supreme de 3M) en capas dentro del molde, condensando de una manera uniforme dentro de la ventana del molde, cuando el molde estuvo ligeramente sobreobturado, se procedió a la colocación de la tira de poliéster para el alisamiento de la capa superior del material. Después se aplicó ligera presión con las losetas para eliminar el material excedente del molde.

Se irradió con la punta de la lámpara de fotopolimerización. Dada la longitud del espécimen, la irradiación se hizo por secciones, irradiando primero el centro y posteriormente cada uno de los extremos. Cada sección del espécimen fue irradiada 20 segundos.

Una vez polimerizado el espécimen se colocó en un recipiente con agua bidestilada, posteriormente se colocó en un horno ambientador a 37°C. Con este mismo procedimiento se realizaron otros nueve especímenes para darnos un total de diez. Veinticuatro horas después de curados los especímenes, se aplicó una carga a cada muestra a una velocidad de 0.75 +/- 0.25mm/min, hasta que se logró la fractura de la muestra y se repitió la prueba en los otros nueve especímenes. Como a continuación se observa.



Los resultados se calcularon y expresaron conforme a lo mencionado en el punto 7.8.4.1 y su interpretación 7.8.4.3.1 de la especificación No.27 de la Norma de la ANSI/ADA.

### Método para la resistencia compresiva

Para esta prueba se elaboraron especímenes según lo indicado en A2.2.1.2 de la Norma. Se colocó separador de glicerina en el interior del molde, se llenó con el material de prueba (Filtek Supreme de 3M) colocando las losetas en los extremos y aplicando presión suave para poder eliminar el material excedente.

Posteriormente se colocó la punta de la lámpara de polimerización para irradiar durante 20 segundos, se invirtió el molde para irradiar el otro lado de la muestra.

Después de la irradiación se colocó el espécimen en un recipiente con agua bidestilada en un horno ambientador a 37°C. Con este mismo procedimiento se realizaron otros nueve especímenes para darnos un total de diez.

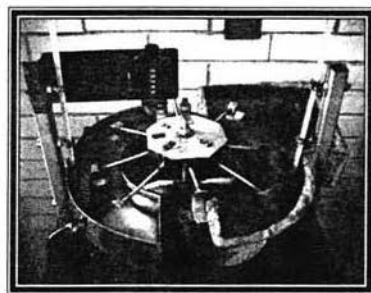
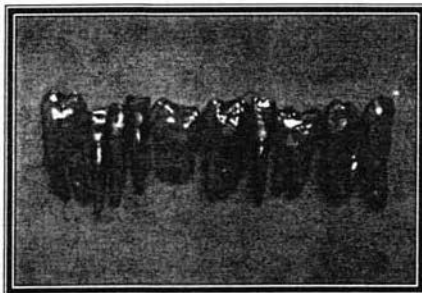
Veinticuatro horas después se colocaron en la máquina Instron para aplicar la carga a el espécimen con una velocidad de 1.0+/-0.25mm por minuto.

Los resultados de la fuerza compresiva se calcularon y expresaron conforme a lo mencionado en el punto A.2.2.2.4 de la especificación de la Norma No27 de la ANSI/ADA.

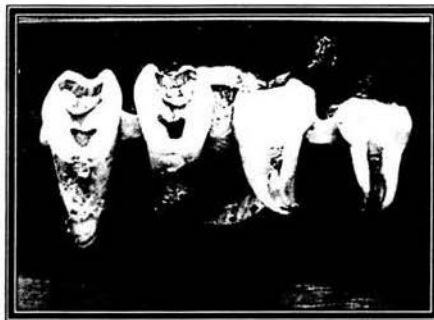
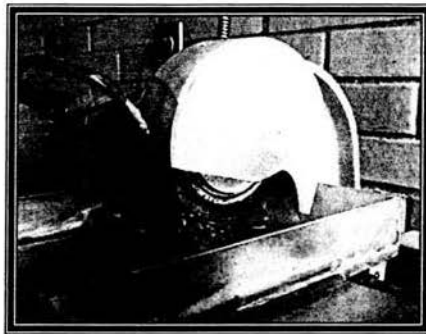
### Método para la Microfiltración

Para esta prueba se obtuvieron 20 dientes recién extraídos y bien hidratados, posteriormente se prepararon cavidades clase V en caras vestibulares y se obturaron con el material de prueba (Filtek Supreme de 3M) de manera convencional, 10 dientes obturándolos sin agregarle el adhesivo a la resina durante su manipulación y 10 dientes agregándole el adhesivo a la resina durante su manipulación. Para colocarlos en un horno ambientador a 37°C durante veinticuatro horas.

Posteriormente se colocaron en pequeños recipientes de plástico con perforaciones y se colocaron en el aparato de termociclado a una temperatura de 65°C y 5°C durante 500 ciclos, una vez retirados colocamos barniz de color rojo en todo el diente a excepción del material de prueba. Como a continuación se observa.



Posteriormente se sumergieron en solución de azul de metileno al 1% durante 4 horas, se retiraron lavando perfectamente con cepillo y agua y se fijaron a las reglas con acrílico autopolimerizable para llevarlos a la recortadora donde se seccionaron en sentido longitudinal para evaluar la microfiltración entre la interfase diente-obturación (con adhesivo y sin adhesivo), una vez seccionados fueron observados a través del microscopio con ayuda de cinco Cirujanos Dentistas obteniendo los resultados de acuerdo a la escala asignada. Como se puede observar en la siguiente ilustración.



---

# RESULTADOS

---

## Resultados

En la microfiltración se observa que hay una mayor penetración del tinte en las restauraciones manipuladas con adhesivo. La repercusión clínica es obvia al manipular la resina con adhesivo y sin adhesivo.

A continuación se presentan las tablas de resultados obtenidos por la observación de la penetración de azul de metileno en sol. al 1% en la interfase obturación-diente, hecha por cinco observadores; después de que los dientes fueron sometidos a termociclado.

- A y B representan cada parte de los dientes seccionados.
- E = Esmalte
- D = Dentina
- P = Pulpa
- NP = No presenta tinción

### Con adhesivo.

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
D	E	E	D	D	D	E	D	D	E
E	E	D	P	D	P	D	P	E	E
D	D	D	D	D	P	D	D	D	D
D	D	P	D	P	P	D	D	D	D
E	D	P	D	D	D	D	D	E	D
D	E	D	P	D	D	D	D	D	E
E	E	D	D	D	E	D	D	E	E
E	D	D	D	E	D	D	D	E	D
E	D	D	P	E	D	E	P	E	D
D	E	P	D	D	D	D	D	E	D
Observador 1	Observador 2	Observador 3	Observador 4	Observador 5					

**Sin adhesivo.**

## Muestras.

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
E	E	D	P	D	D	D	D	E	E
E	E	D	P	D	D	D	D	E	E
D	D	E	D	E	D	NP	E	D	D
E	E	D	D	D	D	D	E	E	E
E	E	D	D	D	D	D	NP	E	E
D	E	D	D	D	D	P	D	D	E
D	E	D	D	D	E	D	NP	D	E
E	D	D	D	D	D	D	D	E	D
E	E	E	E	E	E	E	D	E	E
E	E	D	D	D	D	D	D	E	E
Observador 1		Observador 2		Observador 3		Observador 4		Observador 5	

**Con adhesivo**

Esmalte (E)= 26

Dentina (D)= 62

Pulpa (P)= 12

No presenta (NP)= 0

**Sin adhesivo**

Esmalte (E)= 40

Dentina (D)= 54

Pulpa (P)= 3

No presenta (NP)= 3

**Propiedades Mecánicas (Resistencia compresiva y Resistencia flexural).**

Se logro comprobar la hipótesis, aunque estadísticamente no hay una diferencia significativa, en general, es mejor manipular la resina sin el adhesivo ya que influye en su resistencia Flexural y resistencia Compresiva.



**Resistencia Flexural.**

Resistencia Flexural con Adhesivo	Resistencia Flexural sin Adhesivo
1. 96.34 MP	1. 77.52 MP
2. 67.24 MP	2. 69.03 MP
3. 71.31 MP	3. 81.49 MP
4. 67.71 MP	4. 100.30 MP
5. 66.16 MP	5. 47.73 MP
6. 13.99 MP	6. 30.11 MP
7. 32.35 MP	7. 33.86 MP
8. 53.62 MP	8. 60.31 MP
9. 38.00 MP	9. 40.05 MP
10. 32.26 MP	10. 77.52 MP

**Resistencia Compresiva.**

Resistencia Compresiva con Adhesivo	Resistencia Compresiva sin Adhesivo
1. 19.6 MP	1. 17.64 MP
2. 16.41 MP	2. 12.74 MP
3. 19.6 MP	3. 19.11 MP
4. 15.43 MP	4. 16.17 MP
5. 16.17 MP	5. 10.04 MP

---

# CONCLUSIONES

---

## CONCLUSIONES

- El uso del adhesivo durante la manipulación de la resina disminuye las propiedades físicas de esta. (resistencia compresiva y resistencia flexural).
- Debemos seguir siempre las instrucciones del fabricante.
- La inspección de las muestras reveló virtualmente en el material de prueba, la microfiltración en la interfase diente-obturación. Aunque existe una mayor penetración del tinte en las resinas manipuladas con adhesivo.
- No se recomienda la manipulación de la resina con el adhesivo.

---

# FUENTES DE INFORMACIÓN

---

## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. <http://dentalw.com>
2. <http://www.cranews.com/>
3. <http://www.dmpa.upm.es>
4. <http://www.odontologia-online.com/>
5. <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia>
6. <http://www.dvd-dental.com/ServOdontologico>
7. <http://www.gacetadental.com/foyci>
8. Kenneth W. Aschheim, DDS, FACD. Odontología Estética. Ediciones Harcourt. 2da. Edición, 2002.
9. Ralph W. Phillips; M.S., D. Sc. La Ciencia de los Materiales Dentales. Ed. Interamericana McGrawHill. Décima Edición 1994
10. Bruce J. Crispin D.D.S., M.S. bases Practicas de la Odontología Estética.
11. Resistencia Flexural de Composites sobre distintas bases. Revista Asociación Odontológica Argentina Vol. 86 No.2 Marzo/Abril 1998.
12. Microfiltración en restauraciones. Revista Asociación Odontológica Argentina Vol. 89 No.3 Mayo/Junio 2001.
13. Incompatibility of Self-etch adhesives with Chemical/dual-cured Composites: Two-step Vs one-Step Systems. Operative Dentistry, 2003,.
14. Estudio de la Resistencia a la Fractura por Compresión de dos Composites in Vitro. Revista Europea de Odonto-Estomatología. Volumen IX, No.4. Julio/Agosto 1997.
15. Principles of Adhesión. Operative dentistry, Supplement 5, 1992.
16. Aspectos Negativos de las Resinas Compuestas: Filtración Marginal. Revista de la Asociación Odontológica Argentina. Vol. 91, No.4. agosto/Septiembre 2003.}
17. <http://www.dentsply-iberia.com/Noticias/portaN10.htm>

18. Ricardo L. Macchi. Materiales dentales. Ed. Medica Panamericana 3ra edición, 2000.
19. William J. O'brien. Materiales dentales y su selección. Ed. Medica Panamericana. Buenos Aires 1989.
20. Robert G. Craig. Materiales Dentales. Nueva editorial Interamericana S.A. de C.V. México, DF. 1986.
21. Norma de la ANSI/ADA. Specification No.27 for Direct Filing Resin American Dental Association, 1993. Chicago, IL, USA

### **FUENTES NO REFERENCIADAS**

Cháin Marcelo. Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores. Artes Medicas, 2002.

Bowen RL et al: adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. Improvement in bond strength to dentin, J Dent Res 61:1070, 1982.

Revista de la División de Estudios de Posgrado e Investigación. Facultad de Odontología. UNAM. Año 5 Num. 19-20 Julio-Diciembre 2001.

Revista de la División de Estudios de Posgrado e Investigación. Facultad de Odontología. UNAM. Año 6 Num. 23-24 Julio-Diciembre 2002.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

---

# ANEXOS

---

One Way Analysis of Variance Thursday, May 27, 2004, 14:12:34

Data source: Data 1 in Notebook

Normality Test: Passed (P = 0.096)

Equal Variance Test: Passed (P = 0.937)

Group	N	Missing
c/adh	4	0
s/adh	4	0

Group	Mean	Std Dev	SEM
c/adh	75.650	13.913	6.956
s/adh	82.085	13.209	6.604

Power of performed test with alpha = 0.050: 0.049

The power of the performed test (0.049) is below the desired power of 0.800.  
You should interpret the negative findings cautiously.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Treatments	1	82.818	82.818	0.450	0.527
Residual	6	1104.096	184.016		
Total	7	1186.914			

The differences in the mean values among the treatment groups are not great enough to exclude the possibility that the difference is due to random sampling variability; there is not a statistically significant difference (P = 0.527).



One Way Analysis of Variance      Thursday, May 27, 2004, 14:17:58

Data source: Data 1 in Notebook

Normality Test:      Passed (P = 0.541)

Equal Variance Test: Passed (P = 0.245)

Group	N	Missing
c/adh	5	0
s/adh	5	0

Group	Mean	Std Dev	SEM
c/adh	17.442	2.003	0.896
s/adh	15.140	3.703	1.656

Power of performed test with alpha = 0.050: 0.092

The power of the performed test (0.092) is below the desired power of 0.800.  
You should interpret the negative findings cautiously.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Treatments	1	13.248	13.248	1.495	0.256
Residual	8	70.887	8.861		
Total	9	84.135			

The differences in the mean values among the treatment groups are not great enough to exclude the possibility that the difference is due to random sampling variability; there is not a statistically significant difference (P = 0.256).

### One Way Analysis of Variance

Monday, June 14, 2004, 12:48:36

Data source: Data 1 in Notebook

Normality Test: Passed (P = 0.306)

Equal Variance Test: Passed (P = 0.936)

Group	N	Missing
flexcadh	10	0
sadhesivo	10	0

Group	Mean	Std Dev	SEM
flexcadh	53.898	24.499	7.747
sadhesivo	61.792	23.273	7.360

Power of performed test with alpha = 0.050: 0.048

The power of the performed test (0.048) is below the desired power of 0.800.  
You should interpret the negative findings cautiously.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Treatments	1	311.576	311.576	0.546	0.470
Residual	18	10276.232	570.902		
Total	19	10587.808			

The differences in the mean values among the treatment groups are not great enough to exclude the possibility that the difference is due to random sampling variability; there is not a statistically significant difference (P = 0.470).