



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

INFLUENCIA DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL EN  
LA FUERZA DE UNIÓN A ESMALTE DE UNA RESINA  
FLUIDA AUTOADHERIBLE.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

VERÓNICA LARA ALVARADO

TUTOR: Mtro. JORGE MARIO PALMA CALERO

MÉXICO, D.F.

2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## ***A mis padres:***

*Félix Lara Flores y Ángela R. Alvarado Valverde  
Por su guía, comprensión, el amor, los sacrificios  
y todo el apoyo incondicional que siempre me han brindado.  
Además de fomentar en mí los valores necesarios para alcanzar  
esta meta, “nuestra meta”.*

## ***A mis abuelos:***

*Especialmente a mi abuelita Rosaura Valverde Vidal (†)  
por el apoyo durante mi formación profesional  
que desde donde esté, sé que  
estará orgullosa.*

## ***A mis hermanos:***

*Silvia, Juan, Enrique y Alfredo  
Por todos los consejos, enseñanzas y cariño  
que me han dado siempre. Y agradezco su valioso apoyo  
durante la realización de este trabajo.*

*A mis familiares:*

*Mis primas: Josefina y Ma. del Rosario por los consejos y apoyo brindado.*

*Mi cuñada: Ma. Elena por su apoyo brindado durante mis actividades escolares.*

*A mis queridos sobrinos:*

*Karen, Julio E. y Giovanni, como un mensaje de motivación para el logro de sus metas.*

*A mis amigas y amigos:*

*Moni, Betty, Ivette, Gaby, Erika, Cristian, Susana, Tatiana y Quique, por las alegrías, los consejos, el apoyo mutuo y la amistad que a lo largo de nuestra formación profesional siempre existió entre nosotros y espero perdure por mucho tiempo más.*

*Y a todas aquellas personas que he conocido a lo largo de esta etapa de mi vida, Toño, Luz, Nancy, Kenia y Dany, por sus consejos y apoyo.*

Y especialmente agradezco:

*Al Mtro. JORGE MARIO PALMA CALERO por haberme brindado su valioso apoyo, paciencia, dedicación y tiempo para la elaboración de esta tesina. Ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda.*

*Al Mtro. JORGE GUERRERO IBARRA a quien agradezco infinitamente su valiosa ayuda en la realización del trabajo en el laboratorio, gracias por su guía, consejos, conocimientos y el tiempo dedicado.*

*A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Por permitirme formar parte de ella*

GRACIAS

## Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	9
<b>3. BLANQUEAMIENTO</b> .....	11
3.1 AGENTES BLANQUEADORES.....	14
3.1.1 Peróxido de Hidrógeno .....	14
3.1.2 Peróxido de Carbamida.....	15
3.1.3 Perborato Sódico .....	15
3.2 MECANISMO DE ACCIÓN Y EFECTOS DEL BLANQUEAMIENTO SOBRE EL ESMALTE .....	16
3.3 EFECTOS DEL BLANQUEAMIENTO SOBRE LA ADHESIÓN.....	19
<b>4. ADHESIÓN</b> .....	22
4.1 ADHESIÓN QUÍMICA .....	22
4.2 ADHESIÓN FÍSICA .....	22
4.3 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA ADHESIÓN.....	23
4.3.1 Tensión Superficial .....	23
4.3.2 Energía Superficial.....	23
4.3.3 Humectación y Ángulo de contacto .....	23
4.3.4 Capilaridad .....	24
4.3.5 Superficies Rugosas .....	24
4.3.6 Limpieza de la Superficie.....	24
4.4 ADHESIÓN A TEJIDOS DENTARIOS .....	25
4.4.1 Adhesión a Esmalte.....	26
4.4.2 Adhesión a Dentina.....	27
4.5 SISTEMAS ADHESIVOS .....	28
4.5.1 COMPOSICIÓN .....	28
4.5.2 CLASIFICACIÓN .....	30
4.6 ADHESIVOS DE AUTOGRABADO .....	32
<b>5. RESINAS COMPUESTAS</b> .....	33
5.1 COMPOSICIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS .....	34
5.2 PROPIEDADES DE LAS RESINAS COMPUESTAS .....	36
5.2.1 Resistencia al Desgaste .....	36
5.2.2 Resistencia a la Fractura.....	36
5.2.3 Resistencia a la Compresión y la Tracción .....	36

5.2.4	Coefficiente de Expansión Térmico Lineal.....	37
5.2.5	Contracción por Polimerización.....	37
5.2.6	Sorción Acuosa y Solubilidad.....	37
5.2.7	Estabilidad Cromática.....	37
5.2.8	Radiopacidad.....	38
5.3	CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS.....	39
5.3.1	Resinas Compuestas de Alta Viscosidad o Empacables.....	40
5.3.2	Resinas Compuestas de Baja Viscosidad o Fluidas.....	40
5.4	RESINAS COMPUESTAS AUTOADHERIBLES.....	42
5.5	RESINA DYAD FLOW.....	43
<b>6.</b>	<b>DISEÑO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>44</b>
6.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	44
6.2	JUSTIFICACIÓN.....	45
6.3	OBJETIVOS.....	45
6.4	HIPÓTESIS.....	46
<b>7.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>47</b>
7.1	Criterios de Inclusión:.....	47
7.2	Criterios de Exclusión:.....	47
7.3	Variables Dependientes:.....	47
7.4	Variables Independientes:.....	47
7.5	MATERIALES Y EQUIPO.....	48
7.6	MUESTREO.....	49
7.7	MÉTODO.....	50
<b>8.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>56</b>
<b>9.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>57</b>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>60</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la odontología está encaminada a la aplicación de una amplia variedad de tratamientos estéticos, algunos más conservadores que otros, pero todos con el propósito de satisfacer las necesidades de los pacientes en la consulta dental. El blanqueamiento se ha convertido en uno de los tratamientos más solicitados en el consultorio dental por ser considerado un método conservador, ya que no requiere el desgaste de la estructura del diente.

El blanqueamiento puede realizarse por diferentes razones, para la eliminación de manchas dentales, como tratamiento pre-restaurador o simplemente para una mejor estética, sin embargo, se ha informado que puede dar lugar a alteraciones en la morfología y desmineralización del esmalte y a menudo una reducción de la fuerza de unión de materiales restauradores que son aplicados con el auxilio de procedimientos adhesivos.

Después de un blanqueamiento puede surgir la necesidad de realizar procedimientos estéticos restauradores que requieren el uso de procedimientos adhesivos. Las nuevas tecnologías adhesivas ofrecen procedimientos cada vez más sencillos, por la simplificación de los pasos de aplicación, de materiales que combinan la tecnología de los nuevos adhesivos y los compuestos de resina, uniéndolos en un solo material restaurador autoadhesivo, éstos requieren de una adecuada unión entre el composite y el esmalte o la dentina y pueden verse afectados significativamente en la fuerza de unión después de la aplicación de las sustancias químicas utilizadas en un blanqueamiento, surgiendo de esta manera inquietudes respecto a la interacción de ambos tratamientos.





---

Es por esto que, es de vital importancia que el odontólogo este informado sobre las interacciones que pueden llegar a surgir entre un tratamiento y otro, y cuáles son las medidas necesarias que debemos tener presentes para la aplicación de dichos tratamientos.



## 2. ANTECEDENTES

En la odontología, la búsqueda de tratamientos menos invasivos para dar solución a los problemas que afectan la estructura de los órganos dentales, ha llevado a los odontólogos a través de la historia a aplicar diversos tratamientos sobre la estructura dental, mediante diferentes técnicas para solucionar estos diversos tipos de problemas.

Los primeros intentos con compuestos químicos tuvieron como intención la eliminación de pigmentaciones en las estructuras dentales.

La mayoría de estos intentos fueron realizados durante el siglo XIX, realizados sobre dientes no vitales y posteriormente también realizados en dientes vitales (Klusmier1968).<sup>(1)</sup>

El primer informe publicado sobre el tema fue presentado en 1877 por Chaper, utilizando ácido oxálico; dos años más tarde, Taft y Atkinson sugirieron el empleo del cloro; Taft empleó el hipoclorito de calcio y Atkinson la solución de Labarraque (solución de hidrócloruro de calcio y ácido acético). En 1984, Harland fue el primero en publicar sobre el empleo del peróxido de hidrógeno en el blanqueamiento; lo denominó dióxido de hidrógeno.<sup>(1,2)</sup>

En 1895 los profesionales emplearon peróxido de hidrógeno conjuntamente con corriente eléctrica para acelerar el proceso. En 1918 Abbot presentó el predecesor de la combinación que se emplea en la actualidad: superoxol y una reacción acelerada por calor y luz. Rossental, en 1991 sugirió el uso de ondas ultravioleta.<sup>(2)</sup>



En los años 50 del siglo XX, Spasser describe el blanqueamiento ambulatorio, Nutting y Poe, la técnica modificada con peróxido de hidrógeno al 30% y perborato sódico. En los años 60 del siglo XX inició el éxito del blanqueamiento domiciliario como lo conocemos hoy, con peróxido de carbamida al 10% en una cubeta individual (Haywood y Heyman).<sup>(1)</sup>

Algunos de los materiales blanqueadores utilizados en altas concentraciones tenían éxito a pesar de sus efectos secundarios, con algunos se obtenían buenos resultados a corto plazo y con otros a largo plazo. Las modificaciones y mejoras que se han realizado continuamente, tienen el único objetivo de conseguir que el proceso del blanqueamiento sea rápido, más seguro y ampliamente aplicable.<sup>(1,2)</sup>



### 3. BLANQUEAMIENTO

En la actualidad, la odontología trata de realizar tratamientos cada vez más estéticos y conservadores. Algunas de las técnicas de la odontología estética para restaurar dientes afectados por pigmentaciones, y para satisfacer el deseo de los pacientes de tener dientes más blancos incluyen, las restauraciones con coronas, carillas, inlays, onlays, composites y otros tratamientos adhesivos; sin embargo, con la aplicación de estos tratamientos lo único que se logra es cubrir las manchas, pero no hacerlas desaparecer, además estas alternativas implican el desgaste parcial de las estructuras de las piezas dentales a modificar.<sup>(3)</sup>

El blanqueamiento, es un tratamiento alternativo muy conservador para resolver problemas estéticos; es un tratamiento seguro y bien aceptado para solucionar los problemas por pigmentaciones dentales ya sean extrínsecas o intrínsecas, ya que no requiere ninguna reducción o corte de la estructura del diente. Puede ser utilizado como un método pre-restaurador para lograr un aligeramiento del color del diente; o simplemente para una mejor estética.<sup>(4,5,6)</sup>

Los problemas más frecuentes, son los cambios de color en las superficies dentales por factores externos como: tabaco, café, té y alimentos con mucho colorante; siendo los dientes con microfracturas los más susceptibles a estas manchas. Otro tipo de pigmentación son las manchas endógenas (intrínsecas), las cuales son producto de la penetración de pigmentos en la estructura del diente durante su formación o post-erupción; estos pueden ser, fármacos sistémicos, como la tetraciclina, algunos antibióticos y fluoruros, o bien por productos derivados del metabolismo, como bilirrubina por enfermedad hepática, por alteraciones en el esmalte y dentina, traumatismos dentales, cambios pulpares, materiales restauradores, o por edad.<sup>(3)</sup>



El blanqueamiento, es un tratamiento que se basa en la aplicación de agentes químicos sobre la estructura dental, que actúan por medio de una reacción de óxido-reducción, eliminando las pigmentaciones dentales. Estos agentes químicos (peróxidos) se difunden a través de la matriz orgánica del esmalte y la dentina, liberando radicales libres (oxígeno), estos interactúan con las moléculas de los pigmentos, degradándolas hasta su eliminación.

Existen diferentes métodos para la aplicación de un blanqueamiento; en dientes vitales pueden ser de tres tipos: el primero es el blanqueamiento profesional realizado por el odontólogo en el consultorio dental, en donde los productos utilizados son muy cáusticos (30, 35 o 38%), estos se colocan en forma de gel sobre las superficie dental por un periodo de 15 – 45 min por sesión, el número de sesiones dependerá de la severidad de las manchas, algunos productos de uso profesional contienen iniciadores que son activados con luz halógena. Este método resulta ser el más eficaz e inmediato ya que se tiene un control del material blanqueador evitando el daño a los tejidos pulpares y periodontales.

El blanqueamiento ambulatorio, es aquel realizado por el paciente en su hogar, mediante el uso de cubetas individuales en donde se coloca el agente blanqueador, generalmente en concentraciones de 10- 16 % y los resultados se obtienen alrededor de tres semanas después de una aplicación de 2-6 horas diarias, este método debe ser supervisado por el profesional o incluso combinarse con la aplicación en el consultorio. El tercer tipo es aquel que el paciente realiza sin la supervisión del profesional, comprando productos de autoservicio que generalmente pueden contener agentes blanqueadores con concentraciones que van del 6.5 a 18%, el uso indiscriminado de estos productos puede causar



hipersensibilidad, así como daños pulpaes y periodontales provocando daños en lugar de beneficios.

En dientes no vitales, la técnica ambulatoria se realiza mediante la colocación del agente en la cámara pulpar de dientes tratados endodónticamente y sellada temporalmente, después de un periodo de tiempo, el paciente regresa al consultorio para evaluar el blanqueamiento obtenido, de una manera inmediata el agente se puede activar mediante la aplicación de calor a través de un instrumento, el blanqueamiento se observa en el momento y es más efectivo que el ambulatorio.

El éxito dependerá de un diagnóstico correcto y de la correcta elección de los agentes y técnicas de aplicación, que dependerán a su vez, del tipo, intensidad y localización de las manchas.



### 3.1 AGENTES BLANQUEADORES

El blanqueamiento puede realizarse en órganos dentales con vitalidad pulpar o tratados endodóticamente; puede ser aplicado por el odontólogo (blanqueamiento profesional) o por el propio paciente (blanqueamiento ambulatorio); los agentes blanqueadores más utilizados son: el peróxido de hidrógeno, peróxido de carbamida o perborato de sodio que han sido los agentes más populares para el tratamiento.

#### 3.1.1 *Peróxido de Hidrógeno*

La mayoría de los sistemas de blanqueamiento para tratamientos realizados por el odontólogo, contienen peróxido de hidrógeno en concentraciones que varían entre el 5 y 38%, esta sustancia puede penetrar en la estructura dental debido a su bajo peso molecular. El peróxido de hidrógeno se descompone por medio de una reacción redox, en agua y oxígeno, las moléculas de oxígeno penetran en el diente provocando la liberación de la molécula del pigmento, llevándose a cabo de esta manera el blanqueamiento del diente.<sup>(1)</sup>

La reacción de reducción del peróxido de hidrógeno puede ser acelerada por la aplicación de calor, luz o la adición de hidróxido de sodio. En concentraciones altas puede liberar radicales libres, aniones prohidroxilo o una combinación de ambos; estos compuestos tienen afinidad por enlaces alquenos (dobles) y puede darse la formación de epóxidos que son inestables y pueden formar alcoholes. El peróxido de hidrógeno es un agente químicamente inestable, por lo que debe almacenarse en un lugar fresco y oscuro.<sup>(7,8)</sup>



### 3.1.2 *Peróxido de Carbamida*

Es un compuesto más estable que el peróxido de hidrógeno; está compuesto de una solución de peróxido de hidrógeno al 3,35% y urea al 7,65%; las concentraciones al 10% de peróxido de carbamida (peróxido de hidrógeno 3%, urea 7%) son utilizadas para tratamientos ambulatorios y una solución al 35% es destinada a los procedimientos realizados por el profesional.<sup>(1)</sup>

Durante su aplicación, se lleva a cabo la oxidación progresiva de la matriz orgánica de los espacios interprismáticos donde se encuentran las moléculas pigmentadas, las cuales se reducen poco a poco hasta convertirse en sustancias cada vez más claras, hasta alcanzar la oxidación completa y la descomposición total de su molécula; la matriz del esmalte se rompe y se da la liberación de subproductos resultados de la oxidación.<sup>(4)</sup> Este proceso es lento, la frecuencia, el momento y el número de aplicaciones así como la duración del tratamiento dependerán de la técnica que se utilice.<sup>(7)</sup>

### 3.1.3 *Perborato Sódico*

Está compuesto por cloruro sódico, oxígeno y fluoruro sódico; no contiene peróxido de hidrógeno y genera una cantidad menor de radicales libres; en su fabricación se obtiene un gel libre de peróxidos, este gel interactúa con la superficie dental húmeda y se activa. Un complejo de oxígeno interactúa con la estructura del diente, intercambiando los aminoácidos responsables de la pigmentación dentaria. El perborato sódico se descompone y forma peróxido de hidrógeno, pero este es más fácil de controlar que las soluciones concentradas de peróxido de hidrógeno.<sup>(1,8)</sup>





### 3.2 MECANISMO DE ACCIÓN Y EFECTOS DEL BLANQUEAMIENTO SOBRE EL ESMALTE

Durante el blanqueamiento, el esmalte del diente actúa como una membrana semipermeable, permitiendo que los agentes blanqueadores o peróxidos fluyan libremente a través de él y de la dentina a causa de la porosidad y permeabilidad de estas estructuras.

Las pigmentaciones del esmalte están formadas por estructuras de carbono en anillo con dobles enlaces, estas moléculas orgánicas complejas de elevado peso molecular, reflejan una longitud de onda y de luz específica, que son las causantes del color de la mancha. El mecanismo de acción del blanqueamiento, es mediante la degradación de estas moléculas, el resultado cuando se oxidan, es la ruptura de sus dobles enlaces, formando una molécula de menor peso molecular que refleja una menor cantidad de luz y se forman compuestos más hidrosolubles que se eliminan más fácilmente, lo que produce una disminución o desaparición total de la coloración. El proceso de degradación continúa con la descomposición de la matriz orgánica del esmalte, ocasionando una oxidación completa produciendo dióxido de carbono y agua, provocando así la pérdida de proteínas de la matriz del esmalte.<sup>(9)</sup>

Aunque aún existan dudas acerca de la interacción de los agentes blanqueadores con las estructuras dentales, en numerosos estudios se ha informado sobre alteraciones en la morfología de la superficie en relación con la disminución de la microdureza del esmalte y disminución de la resistencia a la fractura, así como una pérdida mineral cuantitativa y a menudo, una reducción en la fuerza de adhesión de los materiales de restauración al esmalte.<sup>(5)</sup>



Aunque algunos consideran que la superficie del esmalte permanece intacta e inalterada con la aplicación de los peróxidos para el proceso de blanqueamiento; existen numerosos estudios que por medio de microscopía electrónica, observaron áreas focales de erosión superficial sin cambios en su composición; Bitter, en un estudio utilizando peróxido de carbamida al 16 y 35%, informó cambios significativos e incluso la pérdida de la capa aprismática, la exposición y desmineralización de los prismas del esmalte y su desprendimiento.<sup>(1)</sup>

La dureza superficial del esmalte puede verse disminuida significativamente, pero esto puede evitarse mediante la aplicación de fluoruro para lograr una remineralización. La reducción de la dureza también puede reflejar una desmineralización del diente, lo cual también provocaría una reducción en la resistencia al desgaste; puede existir la pérdida de componentes inorgánicos en las superficies del esmalte como, carbono, grupos de amino terciario que son reemplazados por oxígeno, calcio y fosforo.

Según Tanaka R. las diferencias estructurales del esmalte sometido a blanqueamiento se basan en las altas o bajas concentraciones en que se apliquen las sustancias blanqueadoras; ya que concentraciones mayores producirán una mayor desmineralización, que los que se aplican en bajas concentraciones, ambas tendrán resultados equivalentes con respecto a los cambios en la coloración. La liberación de radicales libres como el oxígeno, es funcional en la superficie más externa del esmalte, los compuestos minerales son movidos hacia el exterior, potenciando así la erosión del esmalte.<sup>(10)</sup>

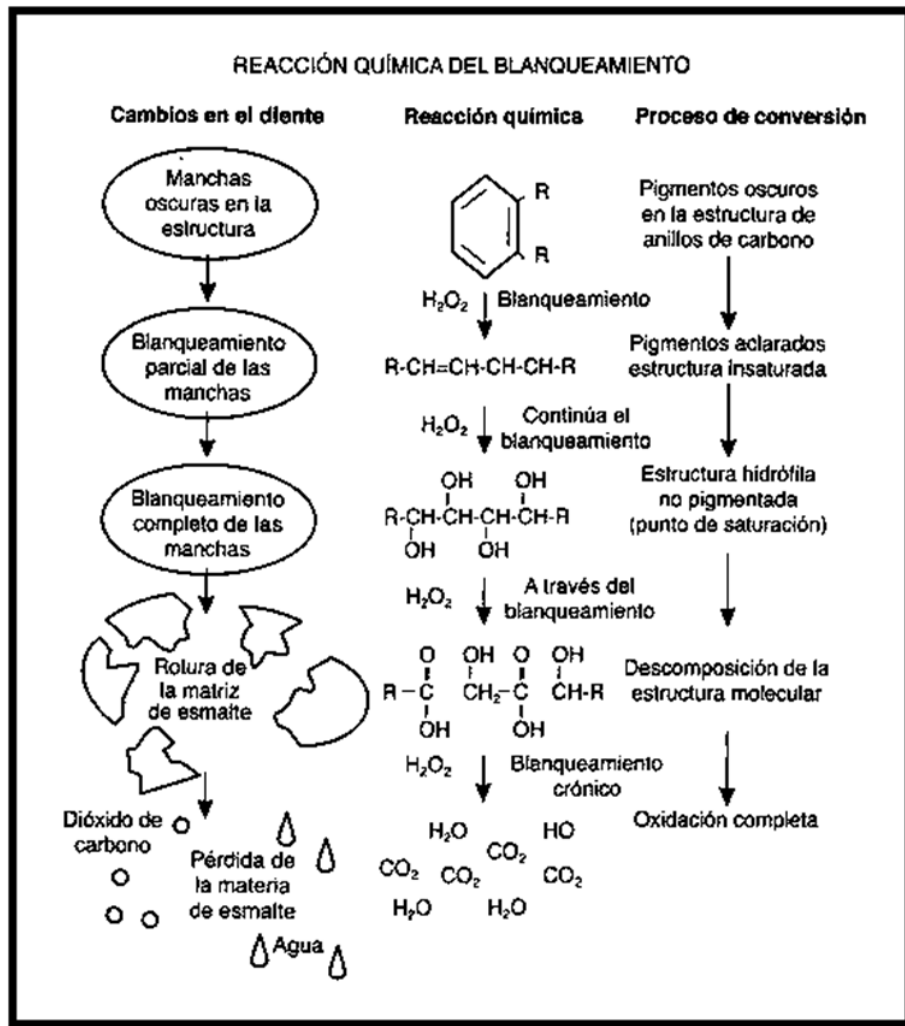


Fig.1 Reacción Química del Blanqueamiento. Ilustra algunas de las principales reacciones químicas que se llevan a cabo durante el proceso de blanqueamiento, se pueden observar en la columna izquierda, los cambios visibles en el diente, las reacciones químicas en la columna central y las conversiones químicas en la columna derecha.

El proceso de blanqueo se ilustra de arriba hacia abajo; en donde la cantidad óptima de blanqueo es denominada *punto de saturación*; cuando el blanqueamiento máximo se alcanza se ilustra en la parte del medio, después de esto la aplicación de más material solo lleva a la degradación del esmalte. <sup>(4)</sup>



### 3.3 EFECTOS DEL BLANQUEAMIENTO SOBRE LA ADHESIÓN

El blanqueamiento se ha convertido en uno de los tratamientos dentales cada vez más populares y solicitados en el consultorio dental, es por eso que el odontólogo debe estar bien informado sobre los resultados y efectos que puede tener dicho procedimiento sobre las estructuras dentales, así como las interacciones que pueden llegar a surgir con otros tratamientos dentales, dando una mayor importancia, cuando se trata de tratamientos restaurativos adhesivos.

Frecuentemente, después de realizar un blanqueamiento, surge la necesidad de realizar otros tratamientos estéticos restauradores que implican el uso de procedimientos adhesivos, tales como, el cierre de un diastema, colocación de carillas, sustitución de restauraciones antiguas o la colocación de restauraciones nuevas, esto con la finalidad de lograr la total igualdad de color entre el diente y la restauración o por la simple necesidad de restaurar deficiencias estéticas. Todos estos procedimientos que requieren de una adecuada adhesión entre el composite y el esmalte o la dentina, pueden verse afectados significativamente después de la aplicación de las sustancias químicas utilizadas en un blanqueamiento.<sup>(1)</sup>

Algunas de las consecuencias clínicas de los efectos de los agentes blanqueadores en el pre y post operatorio, es que pueden afectar negativamente el sellado marginal de las restauraciones, lo que podría facilitar la penetración del peróxido a la cámara pulpar provocando reacciones pulpares indeseables; otras alteraciones observadas, son el cambio de color y aumento de la porosidad, ya que los oxidantes pueden afectar el contenido de la resina dando lugar a la absorción de agua, disminuyendo la adhesión total o parcial de los materiales de relleno del compuesto, causando la pérdida de la dureza del material restaurador.



Algunos estudios han demostrado, que después de los procedimientos de blanqueamiento, puede presentarse una reducción en la fuerza de unión de las restauraciones adhesivas a las estructuras dentales, esto se relaciona con la presencia de oxígeno residual que se puede encontrar en los poros del esmalte después del tratamiento, lo que puede interferir en la unión e infiltración de la resina al esmalte o con la inhibición de la polimerización de las resinas que fotopolimerizan por un mecanismo de radicales libres, lo que conduciría a una interfaz suave, incapaz de soportar las cargas de desprendimiento. El blanqueamiento con peróxido de hidrógeno o peróxido de hidrógeno de liberación, puede provocar la disminución significativa del calcio y fosfato en el esmalte, alteraciones morfológicas en los cristales del esmalte más superficiales y también la matriz orgánica del esmalte y la dentina pueden afectarse por el efecto oxidante del peróxido de hidrógeno, todos estos aspectos pueden impedir la formación de una unión lo suficientemente fuerte y estable entre la superficie del esmalte y la resina.<sup>(11)</sup>

Ante dicha problemática, varios investigadores han propuesto algunas técnicas para la resolución de los problemas relacionados con la resistencia a la unión post-blanqueamiento, sugiriendo el uso de adhesivos que tienen disolventes orgánicos, como alcohol y acetona, sin embargo, Sung et al, informó una mayor eficacia para revertir los efectos negativos de los peróxidos sobre la fuerza de unión, cuando los adhesivos son a base de acetona. Por el contrario, otros autores reportaron el uso de otros adhesivos que son a base de agua y alcohol, que también fueron capaces de reducir significativamente los efectos del blanqueo en la adhesión.<sup>(6,11)</sup>

Un estudio recientemente realizado por Lai et al, ha demostrado que los efectos del peróxido de hidrogeno o peróxido de hidrógeno de liberación que reducen la fuerza de unión de la resina al esmalte, pueden invertirse



con la aplicación de sustancias antioxidantes como la solución de sodio al 10% por 10 min., así como la aplicación de ascorbato sódico (Türkün y kaya)<sup>(6)</sup> y el uso de fluoruro sódico que también pueden ayudar a recobrar la fuerza adhesiva (Haywood 1991)<sup>(1)</sup>. Otras propuestas se basan solo en la aplicación del grabado ácido de la superficie con ácido fosfórico al 37%, algo que podría ser debatido, ya que algunos exámenes de microscopía electrónica de barrido (SEM), han demostrado que la capa de barrillo dentinario no es totalmente eliminada de la superficie, lo que podría menoscabar la interacción de los adhesivos dentinarios con la técnica de grabado total.<sup>(11)</sup>

Sin embargo, el enfoque general es posponer cualquier tratamiento adhesivo durante un tiempo después del blanqueamiento. Los estudios que investigan el tiempo apropiado para la unión de los materiales de resina al esmalte blanqueado informan que la fuerza de unión, retorna a valores normales cuando el compuesto se aplica en un lapso de tiempo que varía de 24 horas después del blanqueo y hasta después de 1 o 3 semanas, independientemente de las concentraciones de peróxido que se puedan utilizar para el blanqueamiento.



## 4. ADHESIÓN

Es el fenómeno de atracción molecular o atómica entre dos superficies que se encuentran en íntimo contacto, ésta atracción entre moléculas o átomos de dos especies diferentes se da cuando las moléculas de una de ellas se adhieren o son atraídas por las moléculas de la otra. La adhesión es un simple proceso de unión, atracción o fijación, que pueden existir entre el adhesivo y el adherente.

La adhesión puede ser mecánica (engranaje estructural), química o una combinación de ambas.<sup>(12)</sup>

### 4.1 ADHESIÓN QUÍMICA

Es aquella que se logra por la reacción química entre dos superficies en íntimo contacto. Se lleva a cabo por medio de interacciones atómicas o moleculares por medio de uniones primarias (iónicas, covalentes y metálicas) y secundarias (puentes de hidrógeno, fuerzas de van der Waals).

### 4.2 ADHESIÓN FÍSICA

Es aquella unión que se produce por medio de una retención o unión mecánica y no por interacción molecular. En odontología, la penetración del adhesivo en irregularidades microscópicas causadas por el grabado ácido en la superficie del diente, se ha utilizado mucho para lograr un mecanismo de unión micromecánica.



### 4.3 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA ADHESIÓN

Para que la adhesión se pueda llevar a cabo, es esencial que el adhesivo y el sustrato se pongan en íntimo contacto, lo cual depende de una serie de factores físicos que intervienen en cada uno de ellos, para lograr un mayor grado de unión.

#### 4.3.1 *Tensión Superficial*

Fuerza de atracción que los átomos ejercen hacia el centro del material en los líquidos; por lo tanto, en un adhesivo la tensión superficial debe de ser menor o igual a la del sustrato para poder tener un mejor contacto y mejorar la capacidad de adhesión.

#### 4.3.2 *Energía Superficial*

Es el aumento en la energía por unidad de área de la superficie de un sólido, los átomos de la superficie tienden a formar uniones con otros átomos próximos a la superficie. En la adhesión el sustrato deberá tener una alta energía superficial que combinada con la baja tensión superficial del adhesivo lograrán una mejor unión.

#### 4.3.3 *Humectación y Ángulo de contacto*

Humectación es la capacidad que tiene un líquido para fluir fácilmente y así mojar o humectar una superficie, la extensión de la humectación va a depender de la viscosidad del líquido, su tensión superficial y la energía superficial del sustrato. Para lograr una buena unión un adhesivo debe tener una baja viscosidad y baja tensión superficial, para que moje o humecte bastante superficie, de manera que se establezca un máximo contacto. Esta capacidad del adhesivo para mojar la superficie se mide con el “*ángulo de contacto*”, éste evaluará el grado de humectación, entre





más pequeño sea, mayor será la humectación y si el ángulo es muy grande, la humectación será deficiente.

#### *4.3.4 Capilaridad*

Es una propiedad de los fluidos que depende de su tensión superficial y viscosidad, que le confieren la capacidad de ocupar interfaces o espacios microscópicos. Mientras mayor sea la capilaridad, el material adhesivo podrá penetrar en las irregularidades del esmalte grabado y en los túbulos dentinarios para la adhesión del diente con otros sustratos.

#### *4.3.5 Superficies Rugosas*

Las irregularidades de la superficie puede ser un impedimento para conseguir una buena adhesión, aunque para una adhesión por traba mecánica estas retenciones la favorecerían. Por otra parte las superficies lisas favorecen la fluidez del adhesivo para la adhesión al sustrato.

#### *4.3.6 Limpieza de la Superficie*

Las impurezas o contaminantes de la superficie pueden afectar la adhesión, motivo por el cual se debe hacer una buena limpieza del área, antes de la aplicación del adhesivo, con esto se verán favorecidos todos factores antes mencionados.



#### 4.4 ADHESIÓN A TEJIDOS DENTARIOS

En la práctica odontológica actual, la reconstrucción de un diente puede ser mínimamente invasiva, con restauraciones casi imperceptibles, esto gracias a la tecnología adhesiva, que desde su introducción hace más de cincuenta años ha evolucionado rápidamente, llevando a cabo investigaciones para crear adhesivos que se unan a las estructuras dentales.

La principal problemática en este tema, ha sido la diferencia en la composición de las estructuras dentales (esmalte y dentina), ya que la cantidad de contenido orgánico e inorgánico varía entre una y otra, por lo tanto un adhesivo que se une al esmalte no se adhiere de la misma manera a la dentina; sin embargo, el mecanismo fundamental de unión al esmalte y dentina se basa en un proceso de intercambio, mediante el cual se lleva a cabo la desmineralización de los tejidos duros por medio del grabado ácido, intercambiándose los minerales por monómeros de resina que al polimerizarse, se incluyen micromecánicamente en las porosidades creadas, dando lugar a la formación de una capa híbrida o hibridación.<sup>(12)</sup>

Otros de los problemas relacionados con la adhesión a superficies dentales, son la inadecuada eliminación de los restos del grabado, la absorción de agua y la contaminación por saliva, ya que los componentes inorgánicos de la estructura dental tiene gran afinidad por el agua; un adhesivo debe desplazar el agua, reaccionar con ella o humectar la superficie de una manera más eficaz que el agua que ya está en contacto con la superficie dental, además de soportar la adhesión a la estructura dentaria a largo plazo en un medio acuoso.



#### 4.4.1 Adhesión a Esmalte

En 1955 Michael Buonocore realizó el primer avance sobre la adhesión intraoral, con el grabado del esmalte, mediante la aplicación de ácidos y colocación de un material acrílico de restauración sobre las rugosidades creadas en la superficie. Los monómeros de la resina acrílica penetraban en los defectos producidos por el grabado ácido del esmalte originando prolongaciones de resina. <sup>(12)</sup>

El esmalte en su totalidad está formado por una estructura de cristales de hidroxiapatita en forma de prismas o varillas con forma de ojo de cerradura, estos cristales están compuestos de iones fosfato, calcio y grupos hidroxilo; sus uniones iónicas lo hacen un sólido con elevada energía superficial, capaz de atraer hacia sí un líquido como el de las resinas, situación favorable para la adhesión; sin embargo, la superficie del esmalte puede estar contaminada con iones del medio bucal, los cuales interfieren y enmascaran su energía superficial. La preparación del esmalte para recibir el material adhesivo y restaurador, incluye la limpieza mecánica por medio de abrasivos para remover la película orgánica, dejando el esmalte limpio y con una alta energía superficial y posteriormente, una limpieza química con una solución ácida que elimina una capa de esmalte por medio de iones que son capaces de disolver la hidroxiapatita de la superficie adamantina. <sup>(4,13)</sup>

La superficie obtenida es limpia y con decenas de miles de irregularidades en la superficie, por la disolución que realiza el ácido sobre los extremos y caras laterales de los prismas de hidroxiapatita, dentro de estas irregularidades, la resina se adhiere de forma micromecánica. La formación de estas microdigitaciones de resina en la superficie del esmalte, son la base de la adhesión de la resina con el esmalte y proporcionan una retención adecuada para una gran variedad de procedimientos clínicos y evita la microfiltración marginal.



#### 4.4.2 Adhesión a Dentina

La adhesión a dentina es un reto mucho mayor a diferencia de la superficie adamantina, ya que la dentina contiene una mayor proporción de agua y material orgánico, principalmente colágena tipo I. Además de estar formada de una red de túbulos llenos de líquido y fibras tubulares que conectan a la pulpa con la unión amelodentinaria, esto la hace un tejido hidratado intrínsecamente. <sup>(4)</sup>

El acondicionamiento de esta estructura para la adhesión, se basa en la eliminación del barrillo dentinario que se encuentra obstruyendo los túbulos dentinarios, esta capa está formada de componentes orgánicos e inorgánicos residuales después del corte o abrasión de la superficie. Al tratar esa superficie con ácido, generalmente ortofosfórico al 37%, se elimina completamente la capa de barrillo dentinario y se desmineraliza la porción inorgánica de la dentina, formada por hidroxiapatita, dejando así fibras de colágeno expuestas y una superficie irregular en la hidroxiapatita más profunda. El agente adhesivo infiltra las fibras de colágeno húmedas y penetra en los túbulos hasta la zona peritubular que ha quedado desmineralizada durante el grabado ácido, creando una capa de infiltración o capa híbrida. <sup>(4,13)</sup>

El adhesivo dentinario por lo tanto, deberá ser hidrófilo para interactuar con la dentina acondicionada, que es ligeramente húmeda y debido a que las resinas compuestas tiene una matriz de resina hidrofóbica, los adhesivos también deben presentar grupos hidrófobos que aseguren una unión con la resina restauradora.



## 4.5 SISTEMAS ADHESIVOS

Los adhesivos dentales son diseñados para proporcionar la unión de materiales compuestos al esmalte o dentina, su formulación química determina en gran medida el rendimiento de esta unión.

Un sistema adhesivo debe cumplir con algunos requisitos, como son, una buena humectación, difusión, penetración y polimerización de los componentes de resina, todas estas propiedades son dadas por sus componentes. A pesar de que podemos dividir a los adhesivos dentales en dos grupos principales, por ataque químico y de autograbado, todos ellos contienen componentes similares, independientemente del número de botellas y pasos que contengan.<sup>(14)</sup>

### 4.5.1 COMPOSICIÓN

Los adhesivos dentales son básicamente compuestos de monómeros de resina acrílica, disolventes orgánicos, iniciadores e inhibidores de polimerización y algunas veces partículas de carga, cada uno de estos tiene una función específica en las propiedades de un adhesivo.<sup>(14)</sup>

#### 4.5.1.1 Monómeros

Son agregados para asegurar una buena unión covalente entre el adhesivo y la resina, estos monómeros serán similares a los de los materiales restauradores. Son una matriz que funciona como una red troncal que proporciona una continuidad estructural al adhesivo, brindándole propiedades físico-mecánicas, como resistencia. Los metacrilatos y dimetacrilatos son los más utilizados.



#### 4.5.1.2 *Iniciadores*

Son moléculas que poseen enlaces atómicos con baja energía de disociación, que al romperse liberan radicales que accionan la polimerización. Los radicales pueden ser producidos por medio de diferentes reacciones, fotoquímica o redox.

#### 4.5.1.3 *Inhibidores*

Son antioxidantes, capaces de eliminar radicales libres procedentes de los iniciadores, son agregados con la finalidad de prevenir el inicio espontáneo y propagación de la polimerización, esto es indispensable por la reacción prematura que pueden tener los iniciadores con los cambios de temperatura durante el almacenamiento del material.

#### 4.5.1.4 *Solventes*

La adición de solventes como agua, etanol y acetona en los adhesivos, es importante, sobre todo en la adhesión a dentina, ya que debido a su naturaleza húmeda solo se logrará una buena humectación cuando se aplica una unión hidrofílica. La función principal de los disolventes es reducir la viscosidad de los monómeros para permitir una mejor fluidez y humectación en la superficie, y así promover una buena penetración de los monómeros en las micro- retenciones y en la red de colágeno.

#### 4.5.1.5 *Rellenos*

Pueden ser añadidos para modificar la viscosidad de los adhesivos o como material de carga para fortalecer la capa del adhesivo, los agentes de relleno se silanizan para permitir la unión entre el relleno y la matriz de resina.



#### 4.5.2 CLASIFICACIÓN

Desde su aparición los adhesivos dentinarios, han tenido variaciones, desde su composición, la resistencia de unión y su presentación comercial.

Los adhesivos dentinarios pueden clasificarse de acuerdo a un orden generacional como se muestra en la tabla 1. <sup>(15,16)</sup>

Tabla 1. Descripción de las diferentes generaciones de sistemas adhesivos

<b>GENERACIÓN</b>	<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>RESISTENCIA DE UNIÓN</b>	<b>PRESENTACIÓN</b>
<b>1<sup>a</sup> 1970</b>	CIANOACRILATOS NPG- GMA	Unión por quelación con el calcio  Baja adhesión  Causaban hipersensibilidad	2-3 MPa.	
<b>2<sup>a</sup> Finales 1970</b>	ESTERES HALOFOSFORADOS (FENIL- P Y HIDROXIETIL METACRILATO)	Interacción polar entre grupos fosfato de la resina con iones calcio del barrillo dentinario  Exagerada microfiltración  Causaban hipersensibilidad	2-8 MPa	
<b>3<sup>a</sup> finales 1980</b>	<u>Primer</u> NPG- PMDM HEMA 4-META  <u>Adhesivo</u> Bis- GMA TEGMA	Unión química al colágeno de la dentina  Dos componentes, primer y adhesivo  Tratamiento ácido de la dentina modificando el barrillo dentinario  Unión a metales y cerámica  Disminución de la sensibilidad	8-15MPa.	2 frascos



<b>4<sup>a</sup> Finales 1980</b>	<p style="text-align: center;">*</p> <p><u>Primer</u> HEMA 4-META <u>Adhesivo</u> Bis- GMA, TEGMA O UDMA <u>Solvente</u> (etanol o cetona) <u>Iniciadores</u></p>	<p>Grabado total “hibridación”</p> <p>Adhesión a dentina húmeda</p> <p>Imprimador y adhesivo separado</p> <p>Fotocurado y curado doble</p>	17-25MPa.	Varios frascos
<b>5<sup>a</sup> 1990</b>	<p style="text-align: center;">*</p> <p><u>Primer</u> <u>Adhesivo</u> <u>Solvente</u> <u>Iniciadores</u></p>	<p>Grabado total Imprimador y adhesivo juntos Fotocurado Se adhieren a esmalte, dentina, cerámica y metales</p>	20-25MPa.	1 frasco O unidosis
<b>6<sup>a</sup></b>	<p style="text-align: center;">**</p> <p>Imprimador con moléculas de resina fosfonada 4-MET 10-MDP Fenil-P</p> <p><u>Solvente</u> Agua</p>	<p>No requiere grabado ácido El imprimador es autograbador La imprimación y el grabado son simultáneos Incorpora tapones de barrillo dentinario en las digitaciones de resina Adhesión a esmalte está entredicha</p>	<p>Esmalte 7-28MPa. Dentina 16-35MPa.</p>	2 frascos
<b>7<sup>a</sup></b>	<p style="text-align: center;">**</p>	<p>Mismas que en la 6<sup>a</sup> generación</p> <p>Todos los componentes en un solo frasco</p>	18- 28MPa.	1 frasco

\*, \*\* Para los que tienen el mismo contenido

Tabla 1. Se describen en la primer columna las diferentes generaciones de adhesivos en orden de aparición, en la segunda columna la composición de cada uno de ellos, en la tercera columna algunas de sus características generales, en la cuarta columna la resistencia de unión a esmalte y dentina en mega pascales y en la quinta columna el número de frascos en los que se presentan.<sup>(15,16)</sup>





## 4.6 ADHESIVOS DE AUTOGRABADO

La tecnología adhesiva ha presentado nuevas generaciones de adhesivos de auto- grabado que a diferencia de los adhesivos de grabado y enjuague no requieren una etapa de grabado separado, ya que contiene monómeros ácidos (10- MDP, 4 MET y fenil -P) que acondicionan el tejido dental. Esto hace los procedimientos de adhesión más fáciles, más rápidos y menos sensibles a la técnica, además de reducir la sensibilidad post- operatoria que presentan los pacientes en comparación con el grabado ácido, esto se atribuye a su menor agresividad y a la interacción más superficial con la dentina, dejando túbulos en gran parte obstruidos.

(17,18)

En general, el mecanismo de unión fundamental de los adhesivos de autograbado al esmalte y dentina se basa especialmente en un proceso de intercambio, los monómeros funcionales proporcionan la formación de enlaces iónicos entre grupos fosfato de estos monómeros al calcio de la hidroxiapatita, los minerales extraídos de los tejidos dentales son reemplazados por monómeros de resina, que en la polimerización se convierten en micro-retenciones, enclavándose en las porosidades creadas en las superficies dentales; este proceso se denomina “hibridación”, es un proceso principalmente basado en difusión. (17,1)

La calidad de la capa híbrida depende fuertemente de la nano- estructura y los reactivos formados por la reacción de los monómeros, ya que con el aumento de la profundidad los monómeros son gradualmente neutralizados por el contenido mineral del sustrato, perdiendo su capacidad de grabado; las características morfológicas de la interfase del adhesivo-diente y el rendimiento de unión por adhesivos de autograbado varían mucho, dependiendo de la composición real y más específicamente, en el monómero funcional real incluido en la formulación del adhesivo. (14,17)



## 5. RESINAS COMPUESTAS

El desarrollo de las resinas compuestas se inició durante la primera mitad del siglo XX, desde 1905 los materiales más utilizados como material de restauración estética, eran los cementos de silicato por ser los únicos que tenían el color del diente, estos tenían grandes desventajas ya que sufrían desgaste en poco tiempo. A finales de los años 40 y principio de los 50 se introducen las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) remplazando a los silicatos, ya que no presentaban solubilidad ante los fluidos orales, eran de fácil manipulación y bajo costo; sin embargo, también presentaban baja resistencia al desgaste, alta contracción de polimerización y mucha filtración marginal.

Para reducir los problemas de las resinas a base de PMMA, le fueron adicionadas partículas de relleno, lo que mejoró sus propiedades; a pesar de esto, dichos materiales no tuvieron éxito ya que las partículas de relleno reducían el volumen del polímero de resina, además de no presentar unión entre ellas. En 1962 se realizó el avance más importante de los nuevos compuestos de resina, cuando el Dr. Ray L. Bowen desarrolló un nuevo tipo de resina compuesta a base de un monómero viscoso llamado bisfenol A glicidil metacrilato (Bis- GMA) y partículas de relleno, unidos por un agente de conexión de silano orgánico. Actualmente existen una gran variedad de resinas compuestas con nuevos monómeros, para la aplicación de diversos procedimientos clínicos y su futuro resulta prometedor gracias a las investigaciones y avances en las mejoras de sus propiedades. <sup>(12,15,19)</sup>

Por lo tanto podemos definir a las resinas compuestas como una mezcla compleja de monómeros de resina con rellenos inorgánicos, unidos por un agente de conexión o acoplamiento y sistemas que producen su polimerización.



Las resinas compuestas son utilizadas como materiales de restauración en dientes anteriores y posteriores temporales o permanentes, en dientes fracturados, erosionados, como agente cementante en ortodoncia y prótesis, como agentes selladores de fosetas y fisuras, para reconstrucción de muñones, elaboración de coronas, incrustaciones puentes fijos y carillas. Cada uno de los usos dependerá de las propiedades de la resina que se basan en sus componentes.<sup>(15)</sup>

## 5.1 COMPOSICIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Los componentes básicos de las resinas compuestas son:

*Matriz Orgánica o Resinosa:* son monómeros de dimetacrilato alifáticos u aromáticos como son, Bis- GMA (bisfenol-A-glicidil metacrilato) molécula de alto peso molecular lo que aumenta su viscosidad y hace que su grado de conversión sea bajo, TEGDMA (trietilenglicol dimetacrilato) un monómero de baja viscosidad y UDMA (dimetacrilato de uretano) que posee menor viscosidad y mayor flexibilidad mejorando la resistencia de la resina.

*Partículas de Relleno:* Son las que le proporcionan la estabilidad dimensional a la matriz resinosa y mejoran las propiedades de la resina; reducen la contracción por polimerización, el coeficiente de expansión lineal térmico y la sorción acuosa; aumenta la resistencia a la compresión, tracción y abrasión.

Las partículas más utilizadas son las partículas de cuarzo o vidrio de bario o sílice de diferentes tamaños, las cuales se obtienen mediante diferentes procesos de fabricación (pulverización, trituración, molido).

*Agente de conexión o acoplamiento:* Es una molécula biofuncional que tiene grupos silanos (Si-OH) en un extremo y grupos metacrilatos (C=C) en el otro, esto con la finalidad de unirse al relleno a través de puentes de hidrógeno y al grupo de metacrilatos por medio de una unión covalente. Mejora las propiedades físicas y mecánicas de las resina, ya que transfiere tensiones de la fase que se deforma fácilmente (matriz resinosa) a la fase que es más rígida (relleno), además de prevenir la penetración de agua en la interfase formada por estos dos componentes.

*Sistema Iniciador- Activador de la Polimerización:* Los activadores son los mecanismos utilizados para inducir la liberación de radicales libres para el proceso de polimerización de los monómeros, estos pueden ser térmicos, químicos o fotoquímicos; los radicales liberados son los iniciadores, éstos son sustancias que desencadenan una reacción química, donde rompen la doble ligadura del monómero para convertirlo en un polímero. En las resinas de auto-curado el activador es una amina terciaria aromática como el dihidroxietil- p- toluidina y el iniciador será el peróxido de benzoilo, para las foto-curado, la energía lumínica activa un iniciador, la canforoquinonas o lucerinas.

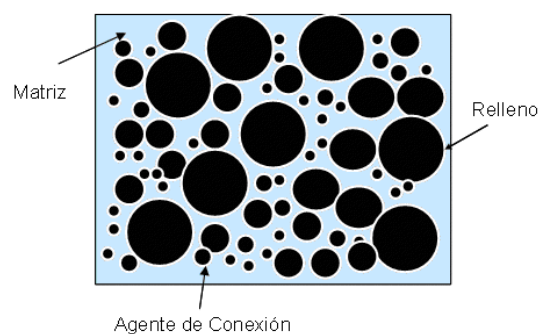


Fig. 2- Esquema que muestran los componentes básicos de una resina compuesta, las partículas de relleno, la matriz de resina y el agente de conexión. <sup>(19)</sup>



## 5.2 PROPIEDADES DE LAS RESINAS COMPUESTAS

### 5.2.1 *Resistencia al Desgaste*

Es la capacidad, que poseen las resinas compuestas de oponerse a la pérdida superficial del material, por el desgaste que pueden presentar ante las cargas de masticación o por el cepillado dental. La deficiencia que llegan a presentar las resinas compuestas no tiene efecto perjudicial inmediato pero lleva a la pérdida de la forma anatómica de las restauraciones disminuyendo su durabilidad. Esta propiedad depende del tamaño, la forma y el contenido de las partículas de relleno así como de la localización de la restauración en la arcada dental y las relaciones de contactos oclusales.

### 5.2.2 *Resistencia a la Fractura*

Es la tensión necesaria, para provocar la fractura (resistencia máxima). Las resinas compuestas presentan diferentes resistencias a la fractura y va a depender de la cantidad de relleno, las resinas compuestas de alta viscosidad tienen alta resistencia a la fractura debido a que absorben y distribuyen mejor el impacto de las cargas de masticación.

### 5.2.3 *Resistencia a la Compresión y la Tracción*

Está relacionada con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno. A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor resistencia a la compresión y a la tracción. Estas propiedades mecánicas son necesarias para el desarrollo y fabricación de las resinas compuestas, así como también en la selección de materiales que presenten buenas propiedades mecánicas para evitar la pérdida de éstos bajo algunas condiciones clínicas.<sup>(19)</sup>



#### *5.2.4 Coeficiente de Expansión Térmico Lineal*

Es la diferencia de cambio dimensional por unidad de cambio de temperatura. Cuanto más se aproxime el coeficiente de expansión térmico de la resina al coeficiente de expansión térmico de los tejidos dentarios, habrá menor probabilidad de formación de microfiltración marginal entre el diente y la restauración, al cambiar la temperatura. Un bajo coeficiente de expansión térmica está asociado a una mejor adaptación marginal.

#### *5.2.5 Contracción por Polimerización*

Se debe a la disminución de la distancia entre las moléculas y las cadenas del polímero de la resina cuando se desencadena la reacción de polimerización. Es un factor importante, debido a que puede ocasionar desajustes marginales en las restauraciones. Esta contracción puede contrarrestarse, controlando los vectores de contracción, utilizando la técnica de capas incrementales en la colocación de una resina.<sup>(15)</sup>

#### *5.2.6 Sorción Acuosa y Solubilidad*

Esta propiedad está relacionada con la incorporación de agua en la resina, en la cavidad bucal, causando solubilidad de la matriz de la resina afectando negativamente sus propiedades, éste fenómeno es conocido como degradación hidrolítica. Dado que la sorción es una propiedad de la fase orgánica, a mayor porcentaje de relleno, menor será la sorción de agua.<sup>(19)</sup>

#### *5.2.7 Estabilidad Cromática*

Las resinas compuestas sufren alteraciones de color debido a manchas superficiales y decoloración interna. Las pigmentaciones de las resinas



están relacionadas con la penetración de colorantes, principalmente de alimentos y cigarrillo. La decoloración interna ocurre como resultado de un proceso de foto oxidación de algunos componentes de las resinas como las aminas terciarias. Las resinas fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas.

#### *5.2.8 Radiopacidad*

Un requisito de los materiales de restauración de resina es la incorporación de elementos radiopacos, tales como, bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio, los cuales permiten interpretar con mayor facilidad a través de radiografías la presencia de caries alrededor o debajo de la restauración.<sup>(19)</sup>



### 5.3 CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Las resinas compuestas pueden clasificarse desde varios puntos de vista: de acuerdo con el tipo de relleno, método de curado, consistencia y usos. Una clasificación válida es la propuesta por Lutz Phillips en 1983, basada en el tamaño y distribución de las partículas de relleno. <sup>(12)</sup>

Esta clasificación divide a las resinas compuestas en:

<b>TIPO</b>	<b>PARTÍCULA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>Resina de Macrorelleno</b>	Partículas de cuarzo y vidrio de bario y estroncio de 10 - 50 $\mu$ m.	Desgaste de la matriz resinosa exponiendo partículas duras, dejando superficies rugosas. Difícil pulido, aumenta el desgaste del antagonista y son más susceptibles a pigmentarse
<b>Resina de Microrelleno</b>	Sílice 0.01-0.05 $\mu$ m.	Alto pulimiento y brillo superficial Menores propiedades mecánicas y físicas. En zonas de baja tensión
<b>Resinas Híbridas</b>	Diferente composición Y tamaño, entre 0,6 y 1mm Sílice 0.04 $\mu$ m.	En la mayoría de las resinas compuestas Alta resistencia a la fractura y desgaste, buen pulido, menor contracción de polimerización, estabilidad de color, menor sorción acuosa. Zona anterior y posterior
<b>Resinas de Nanorelleno</b>	Zirconio /sílice o nano sílice Menor a 10nm(0.01 $\mu$ m	Partículas agrupadas en "nanoclusters" Alta translucidez y pulido superior a las microrelleno Propiedades similares a las híbridas Para zona anterior y posterior

Tabla 2. Clasificación de las resinas compuestas de acuerdo al tamaño de partícula y sus características generales. <sup>(15,19)</sup>





Otra de las maneras de clasificar a las resinas compuestas es en base a la consistencia que presentan, estas se dividen en:

### *5.3.1 Resinas Compuestas de Alta Viscosidad o Empacables*

Materiales con un alto contenido de relleno, principalmente partículas que son fibrosas y alargadas de aproximadamente 100 $\mu$ m de longitud, estas partículas irregulares producen una superficie rugosa con una gran capacidad de engranaje y resistencia a la fluidez, provocando que la resina sea más rígida y resistente al corrimiento, con una consistencia que le permite ser empaquetada tratando de imitar la técnica de colocación de una amalgama. Sus propiedades físico-mecánicas pueden ser mejores que las resinas híbridas, sin embargo clínicamente son similares a ellas.

La consistencia de estos materiales permite producir mejores áreas de contacto, que las logradas con materiales de viscosidad estándar en clases II, sin embargo, tiene algunas desventajas como la dificultad en su manipulación y la poca estética que ofrece.

### *5.3.2 Resinas Compuestas de Baja Viscosidad o Fluidas*

Resinas con bajo contenido de relleno inorgánico, a éstas se les agregan diluyentes en la matriz resinosa, para brindar menor viscosidad para una mayor fluidez. Son materiales con una gran capacidad de humectación de la superficie ya que pueden fluir hasta en pequeños socavados y formar espesores mínimos; tiene una alta elasticidad, forman una capa elástica entre la dentina y el material restaurador que puede absorber la contracción por polimerización, asegurando la continuidad de la superficie adhesiva y reduce la posibilidad de desalajo en áreas de concentración de estrés. Algunas de las indicaciones para esos materiales son: restauraciones clase V, afracciones, restauraciones oclusales mínimas o como forro cavitario.



---

Algunos estudios proponen el uso de resinas fluidas como unión a esmalte sin el uso de un agente de unión intermediario, ya que se ha reportado una buena adaptación a las paredes de las cavidades que puede resultar en una mejora del rendimiento adhesivo de resinas compuestas para restauraciones directas o indirectas.<sup>(20)</sup>



## 5.4 RESINAS COMPUESTAS AUTOADHERIBLES

Con el fin de simplificar los pasos de los procedimientos adhesivos clínicos y disminuir la problemática que puede ocasionar la gran sensibilidad en su técnica de aplicación, surge una nueva tecnología que combina los beneficios de los nuevos adhesivos y los compuestos de resina, uniéndolos en un solo material restaurador auto-adhesivo.

Con el desarrollo de cementos compuestos autoadheribles, surge la introducción de una nueva clase de resinas compuestas autoadheribles, las cuales se unen al esmalte y a la dentina sin la necesidad de usar un adhesivo intermediario.

La composición del material y el tipo de monómero funcional contenidos es algo determinante para lograr la autoadhesividad, se cree que un compuesto viscoso debe contener un monómero funcional (GPDM) que posea un potencial químico de unión efectiva, ya que no puede penetrar profundamente.

Los datos relativos a las propiedades físicas de las resinas autoadheribles, como, su resistencia a la cizalla, el potencial de sellado marginal y la fuerza adhesiva a la micro-tracción se han publicado poco. Frankenberger. R. y cols. informan, que la fuerza de unión en resinas autoadheribles presentan un bajo desempeño, por lo que debe considerarse cuidadosamente su aplicación clínica, especialmente en casos de no macrorretención.<sup>(21)</sup>



## 5.5 RESINA DYAD FLOW

Es un material dental restaurador a base de resina compuesta fluida autoadherible y fotopolimerizable, que incorpora la tecnología adhesiva de OptiBond de Kerr. Elimina los pasos de grabado, preparación y adhesión que son necesarios para unir una resina compuesta a la dentina y al esmalte.

La resina Dyad Flow se adhiere a la estructura dental en dos formas: principalmente mediante una unión química entre los grupos de fosfatos del monómero de GDPM y los iones de calcio del diente. Y en segundo lugar, mediante la adhesión micromecánica, que resulta de la penetración de las ramificaciones del monómero polimerizado del compuesto Dyad Flow y las fibras de colágeno (así como el barrillo dentinario) de la dentina.

Ofrece una fuerza adhesiva de 19.8 MPa en esmalte y 20.2 MPa en dentina, una alta radiopacidad, reduce drásticamente la posibilidad de sensibilidad postoperatoria.

Está indicada para bases/liners para restauraciones grandes (clase I y clase II), en cavidades pequeñas clase I y II, algunas indicaciones adicionales como, sellador de fosetas y fisuras, reparación de defectos del esmalte, reparación de restauraciones de porcelana, bloqueo de retenciones, restauraciones oclusales pequeñas y áreas de bajo estrés oclusal y abrasiones incisales.<sup>(22)</sup>



## 6. DISEÑO EXPERIMENTAL

### 6.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la práctica odontológica actual, existe una creciente demanda por tratamientos más estéticos y menos invasivos, los pacientes hoy en día solicitan en el consultorio dental, tratamientos que les proporcionen dientes blancos y con restauraciones casi imperceptibles. Dicha problemática ha llevado a los odontólogos a la aplicación de procedimientos como el blanqueamiento, para brindar esta blancura deseada por los pacientes, sin embargo surge una nueva problemática cuando este procedimiento debe combinarse con tratamientos restauradores.

Posterior a la aplicación de un blanqueamiento puede surgir la necesidad de realizar procedimientos estéticos restauradores, como la colocación de carillas, sustitución de antiguas restauraciones, colocación de nuevas restauraciones o simples procedimientos preventivos como colocación de selladores de fosetas y fisuras, todos estos realizados con el auxilio de procedimientos adhesivos. Las nuevas tecnologías adhesivas ofrecen procedimientos cada vez más sencillos, debido a la simplificación de los pasos de aplicación, de materiales nuevos que combinan la tecnología de los nuevos adhesivos y los compuestos de resina, uniéndolos en un solo material restaurador autoadhesivo.

Todos estos procedimientos que requieren de una adecuada adhesión entre el composite y el esmalte o la dentina, pueden verse afectados significativamente en la fuerza de unión después de la aplicación de las sustancias químicas utilizadas en un blanqueamiento, surgiendo de esta manera inquietudes respecto a la interacción de ambos tratamientos.



## 6.2 JUSTIFICACIÓN

El blanqueamiento dental como una opción más de tratamiento en la odontología estética, ha demostrado influir en la fuerza de unión de materiales restauradores adhesivos; con el surgimiento de nuevos productos como las resinas autoadheribles, que no requieren la aplicación de un tratamiento ácido ni de un adhesivo por separado a la superficie dental, resulta necesario evaluar de qué manera estos nuevos productos pueden verse afectados cuando se aplican después de un tratamiento de blanqueamiento.

## 6.3 OBJETIVOS

- Objetivo General:
  - Evaluar la influencia del blanqueamiento dental sobre fuerza de unión al esmalte cuando se utiliza una resina fluida autoadherible.
  
- Objetivos Específicos:
  - Determinar la fuerza de unión de una resina fluida autoadherible a esmalte que ha sido sometido a blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 38%.
  - Determinar la fuerza de unión de una resina fluida autoadherible a esmalte que no ha sido sometido a blanqueamiento.
  - Comparar y reportar los datos obtenidos en ambos grupos.



## 6.4 HIPÓTESIS

- Hipótesis Verdadera

La fuerza de unión de una resina fluida autoadherible a esmalte con blanqueamiento previo, será menor que la fuerza de unión a esmalte sin blanqueamiento previo.

- Hipótesis Nula

La fuerza de unión de una resina fluida autoadherible a esmalte con blanqueamiento previo, será mayor que la fuerza de unión a esmalte sin blanqueamiento previo.

- Hipótesis Alterna

La fuerza de unión de una resina fluida autoadherible a esmalte con blanqueamiento previo, será similar a la fuerza de unión a esmalte sin blanqueamiento previo.



## 7. METODOLOGÍA

### 7.1 Criterios de Inclusión:

- ✓ Dientes humanos.
- ✓ Dientes humanos hidratados.
- ✓ Dientes humanos con esmalte libre de caries.
- ✓ Dientes humanos con no más de 3 meses de haber sido extraídos.

### 7.2 Criterios de Exclusión:

- ✗ Dientes humanos no hidratados.
- ✗ Dientes humanos con caries.
- ✗ Dientes humanos con más de 3 meses de haber sido extraídos.

### 7.3 Variables Dependientes:

- Fuerza de unión de la resina fluida autoadherible al esmalte

### 7.4 Variables Independientes:

- Blanqueamiento dental





## 7.5 MATERIALES Y EQUIPO

- Dientes humanos extraídos
- Acrílico Autopolimerizable, Nic-tone
- Sistema de blanqueamiento, Opalescence Boost, ultradent con peróxido de hidrógeno al 38%
- Resina fluida autoadherible Dyad Flow, Kerr
- Vaselina
- Plastilina
- Pasta para profilaxis sin fluoruro, Viarden
- Cepillos para profilaxis
- Espátula metálica
- Frascos de vidrio
- Loseta de vidrio
- Papel de carburo de silicio de grano, 120 y 600
- Anillos de aluminio
- Aditamento de teflón, Ultradent
- Lámpara de fotocurado, Bluephase C8, Ivoclar Vivadent
- Pulidor metalográfico
- Pieza de mano de baja velocidad y contrángulo, Borgata
- Horno , Felisa
- Cámara de estabilidad, Baño María
- Vernier digital, Mitutoyo, Japan
- Máquina universal de pruebas mecánicas INSTRON, modelo 5567



## 7.6 MUESTREO

20 dientes humanos recientemente extraídos, hidratados, sin caries y sin defectos estructurales, fueron divididos en dos grupos de 10 dientes cada uno. Uno de ellos fue asignado para el grupo control sin blanqueamiento, el segundo grupo como grupo experimental con blanqueamiento, ambos con resina fluida autoadherible Dyad Flow.

<b>Grupo control</b>	<b>Grupo experimental</b>
10 muestras sin blanqueamiento y aplicación de resina Dyad Flow	10 muestras con blanqueamiento y aplicación de resina Dyad Flow

## 7.7 MÉTODO

### ➤ Preparación de las muestras

Se utilizaron 20 dientes de reciente extracción (incisivos, premolares) hidratados y se dividieron en dos grupos de 10 dientes cada grupo, uno designado a ser el grupo control (sin blanqueamiento) y el otro el grupo experimental (con blanqueamiento). Se realizó profilaxis a cada uno de los dientes con pasta profiláctica sin fluoruro, con un cepillo y pieza de baja velocidad. (Fig.3 y 4)



Fig.3 10 Dientes para el grupo con blanqueamiento.

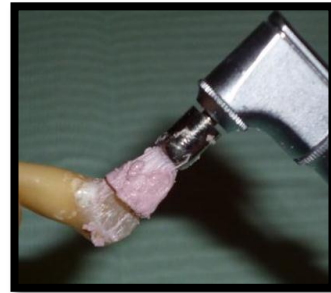


Fig.4 Profilaxis de los dientes.

Al grupo experimental le fue aplicado el agente blanqueador siguiendo las indicaciones del fabricante, el gel se colocó en las caras vestibulares de los 10 dientes en 2 tiempos de 15 minutos, cambiando el gel cada 15 minutos; al finalizar el tiempo el gel se eliminó y se lavó la superficie con agua y aire. (Fig.5 y 6)

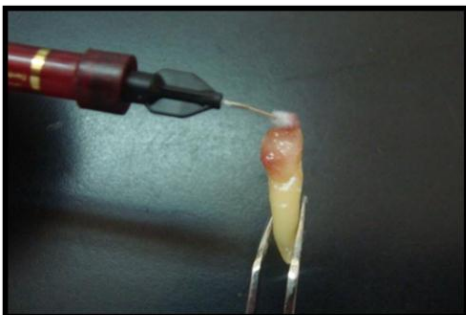


Fig.5 Aplicación del gel blanqueador.

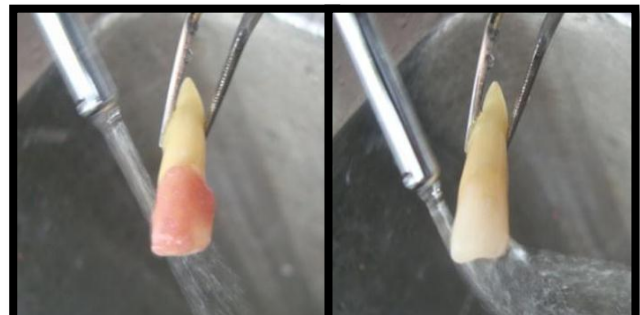


Fig.6 Eliminación del gel blanqueador con agua y aire a presión.

Los dientes blanqueados fueron colocados sobre una gasa húmeda dentro del aparato de baño maría a 37°C y 95 % de humedad para simular el ambiente de la cavidad bucal durante 24 horas. (Fig.7)



Fig. 7 Dientes con blanqueamiento dentro del aparato de baño maría a 37°C.

Después de 24 horas ambos grupos fueron montados en una base de acrílico. Sobre una loseta de vidrio se fijaron por su cara vestibular cada uno de los dientes con la ayuda de un trozo de plastilina, procurando colocarlos sobre la superficie más plana. Cada anillo de aluminio fue impregnado con vaselina y colocado alrededor de cada diente de forma que se encontraran centrados en los anillos. (Fig. 8)

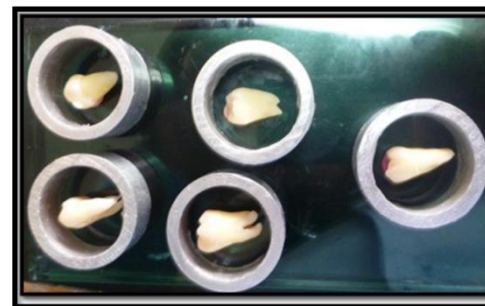


Fig.8 Dientes centrados dentro de los anillos de aluminio.

En un frasco de vidrio se preparó el acrílico autopolimizable y con la ayuda de una espátula metálica se vertió sobre los dientes dentro de los anillos. (Fig. 9)



Fig.9 Acrilizado de los dientes.

Una vez polimerizado el acrílico se retiraron los anillos y se realizó un pequeño desgaste de las muestras en un pulidor metalográfico con papel de carburo de silicio de grano 120 y 600, para obtener una superficie más plana en el esmalte de cada muestra. (Fig.10)

Las muestras fueron colocadas en agua y almacenadas en el horno ambientador, Felisa a 37°C hasta la colocación de la resina. (Fig.11)



Fig.10 Desgaste de las muestras.



Fig.11 Horno ambientador, Felisa.

De acuerdo a las indicaciones del fabricante del sistema de blanqueamiento, después de 7 días de haber realizado el blanqueamiento en el grupo experimental, se procedió a la colocación de la resina fluida autoadherible Dyad Flow en ambos grupos. (Fig. 12)

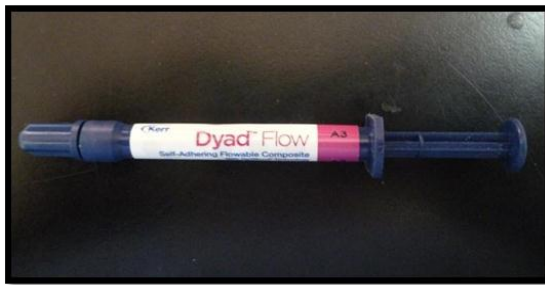


Fig. 12 Jeringa de resina fluida autoadherible Dyad Flow.

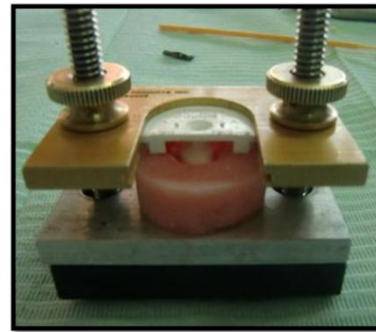


Fig. 13 Muestra en el aditamento.

Siguiendo las instrucciones del fabricante, cada una de las muestras se lavó con agua y se secó con aire a presión por 5 segundos, se fijó la muestra en un aditamento desarrollado por la empresa ultradent, ubicando el orificio del aditamento de teflón justo por encima de la superficie plana del esmalte. (Fig.13)

Ya fijada la muestra en el aditamento, se colocó la resina fluida autoadherible con una punta dispensadora y se extendió con la ayuda de una brocha durante 15-20 segundos, se polimerizo la resina con una lámpara de curado Bluephase C8 con una intensidad de 600MW/cm<sup>2</sup> por 27 segundos, equivalente al tiempo e intensidad recomendada por el fabricante. Se aplicó la resina en capas hasta llenar el orificio del aditamento de teflón. (Fig.14 y 15)



Fig.14 Aplicación de la resina en la muestra.



Fig. 15 Fotopolimerización de la resina con una lámpara de fotocurado, Bluephase C8, Ivoclar Vivadent.

Cuando se terminó de colocar la resina en todas las muestras, fueron almacenadas en frascos de vidrio con agua y fueron guardadas en el horno ambientador Felisa por 24 horas. (Fig. 16 y 17)



Fig. 16 Resina adherida a la muestra.



Fig.17 Muestras dentro del horno ambientador, Felisa.

➤ *Prueba de cizalla para medir la fuerza de adhesión*

Pasadas las 24 horas, las muestras fueron retiradas del horno ambientador y de cada una, se obtuvieron medidas del diámetro de la resina colocada, para obtener el área de cada una, con la ayuda de un vernier digital, mediante la fórmula:

$$A = \pi r^2$$



Fig. 18 Diámetro de la muestra.

Después de haber obtenido los datos necesarios, las muestras fueron fijadas una por una y cada grupo por separado, en un soporte metálico para ingresarlas en la máquina INSTRON y aplicarles carga para el desprendimiento de la resina por técnica de cizalla y medir de esta manera la fuerza de unión. (Fig. 19 - 21)

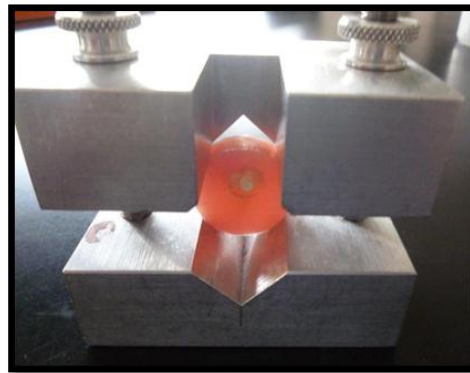


Fig.19 Muestra en el soporte metálico.

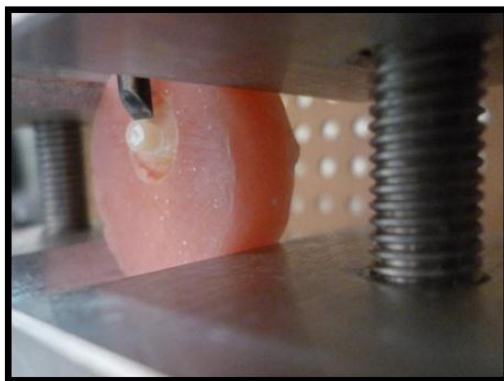


Fig.20 Aplicación de carga mediante la prueba de cizalla.

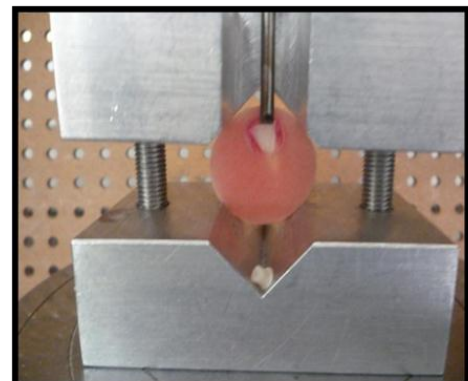


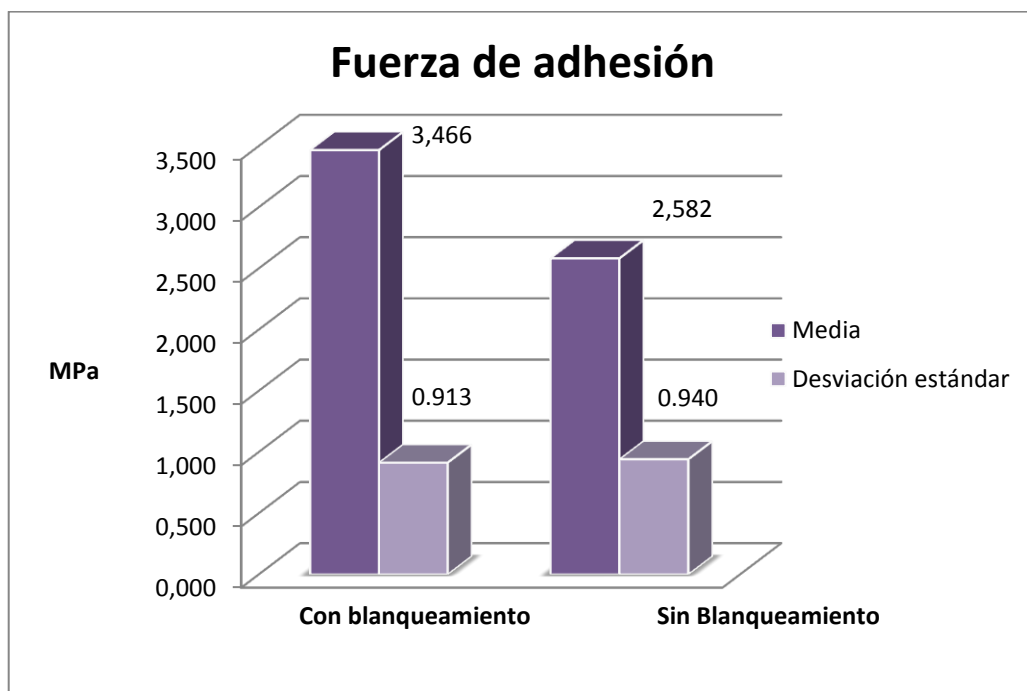
Fig.21 Desprendimiento de la resina.



## 8. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el experimento fueron analizados con una prueba pareada de T de Student, con un 95% de confiabilidad y un intervalo de confianza de  $P=0.156$ .

En la siguiente gráfica podemos observar los resultados obtenidos de los dos grupos de muestras. El grupo *con blanqueamiento* presentó una media de 3.466 Mpa de fuerza de adhesión y una desviación estándar de 0.913 y el grupo *sin blanqueamiento* presentó una media de 2.582 Mpa de fuerza de adhesión y una desviación estándar de 0.940, resultando el grupo sin blanqueamiento el de menor fuerza de adhesión; sin embargo, estadísticamente no hay una diferencia significativa entre ambos grupos.





## 9. DISCUSIÓN

Numerosos estudios han informado acerca de la interacción de los procedimientos de blanqueamiento con la superficie del esmalte y cómo puede afectar la fuerza de unión de las resinas compuestas a esta superficie.

Hoy en día se utilizan sistemas de blanqueo con diferentes agentes activos en distintas concentraciones y diversas formas de aplicación. Una serie de informes muestran que la interacción de estos agentes con las resinas compuestas en el esmalte resulta en una resistencia a la unión, además de los cambios químicos y estructurales del esmalte. Un número de publicaciones científicas evaluó que el oxígeno residual del agente de blanqueo, podía ser el causante del fracaso en los procedimientos adhesivos después de un blanqueamiento. Titley et al. mostró un aspecto granular y poroso con una apariencia de efervescencia en las interfaces entre la resina y el esmalte blanqueado mediante un examen de SEM; esta apariencia es resultado del oxígeno retenido en la capa superficial del esmalte.<sup>(6)</sup> Barrera et al. en un estudio con dos diferentes sistemas de blanqueamiento informa sobre cambios estructurales, como el aumento en la porosidad de la superficie del esmalte y en algunos casos alteraciones erosivas.<sup>(9)</sup> Pérez V. y cols. evaluaron que el blanqueamiento produce cambios en la morfología del esmalte en relación con el tiempo de exposición y concentración del peróxido. Attin T. informa que una aplicación prolongada de 7 días de peróxido tendrá más efectos negativos que una aplicación de 1 día.<sup>(11)</sup>

Algunos investigadores examinaron el efecto del tiempo después del blanqueamiento, en la resistencia al cizallamiento de resinas compuestas al esmalte con diferentes sistemas de blanqueo, concluyendo que la unión



retardada de estos compuestos a la superficie del esmalte resultó en un aumento significativo de los valores de fuerza de unión, el tiempo de espera puede variar desde 3-7 días y hasta 3 semanas. Bulent G. y cols. informaron que el retraso de una semana de los procedimientos adhesivos después del blanqueamiento, resulto en una reversión de la reducción de la fuerza de unión.<sup>(6)</sup> Demarco et al. Informó que la fuerza de unión no se altera cuando la unión se retrasa durante una semana después del blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 30%.<sup>(11)</sup>

Los compuestos autoadhesivos son clínicamente atractivos, ya que simplifican los pasos para su aplicación, sin embargo algunos estudios revelan que hasta el momento presentan un bajo desempeño en la fuerza de unión; Sevil G. y cols. en un estudio para determinar la resistencia al cizallamiento de diferentes sistemas adhesivos a esmalte blanqueado, informaron que un sistema de grabado ácido mostro mayores valores de fuerza de unión que el sistema autoadhesivo que presento valores menores de fuerza de unión.<sup>(5)</sup>

En el presente estudio, el objetivo principal fue evaluar la influencia del blanqueamiento en la fuerza de unión a esmalte cuando se utiliza una resina fluida autoadherible. Se utilizó peróxido de hidrógeno al 38% y la aplicación del compuesto de resina fue 7 días después del blanqueamiento, siguiendo las indicaciones del fabricante del sistema blanqueador; obteniendo como resultado que el blanqueamiento no afecta significativamente la fuerza de unión, pero los valores de la fuerza de unión de una resina autoadherible resultan con bajo desempeño, por lo que su aplicación debe ser considerada.



## 10. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos bajo las condiciones en las que fue realizado este estudio, la fuerza de unión se observó ligeramente incrementada después del blanqueamiento debido a que este procedimiento, que altera la estructura del esmalte, puede actuar como un grabado ácido del esmalte, con lo que comprobamos la hipótesis nula. Sin embargo, podemos concluir que el blanqueamiento de acuerdo con los datos estadísticos obtenidos, no afecta significativamente la fuerza de unión de una resina fluida autoadherible a esmalte con blanqueamiento.

Por otra parte, debido al bajo desempeño en la fuerza de unión de la resina fluida autoadherible, que obtuvo valores menores a los establecidos por el fabricante, podemos concluir que a pesar de la simplificación de los pasos para su aplicación y su menor sensibilidad en la técnica, los compuestos autoadhesivos deben ser cuidadosamente considerados para su aplicación clínica.

En general debemos mantener una constante actualización de los nuevos productos en el mercado, basándonos en las investigaciones realizadas sobre ellos, para informarnos de sus propiedades e interacciones con otros tratamientos, y así de esta manera realizar la mejor elección para su aplicación.



## 11. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Greenwall L. Técnicas de blanqueamiento en odontología restauradora. 2ª ed. Barcelona, España: Ars Médica 2002. Pp.24-39.
- 2) Feinman R.A. Goldstein R.E. Garber D.A. Blanqueamiento Dental. España: Ediciones Doyma, 1990. Pp. 1-8.
- 3) Goldstein R.E. Principios, Comunicación y Métodos terapéuticos. Odontología Estética. 2ª Edición, Barcelona, España: Editorial Ars Médica, 2002, vol. I, Pp. 255 -262.
- 4) Barrancos M.G. Operatoria Dental, Integración clínica, 4ª Edición. Bogotá: Médica Panamericana, 2006 Pp. 717-719, 1086-1099
- 5) Sevil G. Tugba A. Kiremitci A. Yazini E. Gorucu J. Effect of different adhesive systems and laser treatment on the shear bond strength of bleached enamel. J. of Dentistry 2009; 37:527- 534.
- 6) Bulent G. Comlekoglu M.E. Ozpinar B. Turkun M. Demirbas A. Effect of antioxidant treatment on bond strength of a luting resin to bleached enamel. J. of Dentistry 2008; 36: 780- 785.
- 7) Aschheim D. Odontología Estética, una aproximación clínica a las técnicas y los materiales. 2ª Edición, Madrid, España: Editorial Elsevier Science, 2001. Pp, 41-52, 247- 256.
- 8) Plotino G. Bouno L. Gande N. Pameijer C. Somma F. Nonvital tooth bleaching: A review of the literature and clinical procedures. JOE 2008; 34:394-404.
- 9) Barrera B.D. Baeza A.L. Fabela D.B.M. Terrones T. Cambios estructurales en el esmalte dental humano con dos sistemas de blanqueamiento: White strips (crest®)vr. Simply White (Colgate-palmolive®). Estudio in vitro. Med. Oral 2006; 8:4-8.



- 10) Tanaka R. Shibata Y. Manabe A. Miyazaki T. Micro-structural integrity of dental enamel subjected to two tooth whitening regimes. Arch. of Oral Bio. 2010; 55: 300-308.
- 11) Attin T. Hannig C. Wiegand A. Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations-a systematic review. Dent. Materials. 2004; 20:852- 861.
- 12) Anusavice K.J. Phillips Ciencia de los materiales dentales. 11ª Edición, España: Editorial Elsevier, 2004. Pp. 34-40, 381-394.
- 13) Yoshida A. Inoue S. Chemical analyses in dental adhesive technology. J. homepage. 2012;48:141-152.
- 14) Landuyt K., Snauwaert J. Munck J. Peumans M. Yoshida Y. Poitevin A. Coutinho E. Suzuki K. Lambrechts P. Meerbeek B. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. Biomaterials.2007; 28: 3757-3785.
- 15) Cova J.L. Biomateriales dentales. 2ª Edición, México: Editorial Amolca, 2010. Pp. 193-212, 245-263, 278-2-81.
- 16) Roberson T. Sturdevant M. Arte y ciencia de la odontología conservadora. 5ª Edición, España: Editorial Elsevier Mosby, 2007. Pp. 251-264.
- 17) Meerbeek V., Yoshihara K. Yoshida Y. Mine A., De Munck J. Landuyt K. State of the art of self- etches adhesives. Dent. Materials. 2011; 27: 17- 28.



18) Duarte S. Botta A. Meire M. Sadan A. Microtensile bond strengths and scanning electron microscopic evaluation of self-adhesive and self-etch resin cements to intact and etched enamel. J.Prosthetic dent. 2008; 100: 203-210.

19) Rodriguez G. Douglas R. Pereira S. Natalie A. Evolución y tendencias actuales de las resina compuestas. Acta Odontol. Venez. 2008; 46, n.3.

20) Frankenberger R. Lopes M. Perdigao J. Ambrose W. Rosa B. The use of flowable composites as filled adhesives. Dent. Materials 2006; 18:227-238.

21) Poitevin A. Munck J. Van Ende A. Suyama Y. Mine A. Peumans M. Meerbeek B. Bonding effectiveness of self- adhesive composites to dentin and enamel. Dent. Materials 2013; 29: 221-230.

22) Ficha técnica de la resina Dyad Flow de kerr.