



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**EVALUACIÓN CON MICROSCOPIA ÓPTICA DE LOS  
CAMBIOS EN EL ASPECTO SUPERFICIAL DEL  
ESMALTE UTILIZANDO DOS SISTEMAS ADHESIVOS  
ORTODÓNCICOS POSTERIOR AL RETIRO DE  
BRACKETS METÁLICOS.**

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N O   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

CHRISTIAN Yael TORRES FRAUSTO

TUTOR: Dr. GABRIEL SÁEZ ESPÍNOLA

ASESORA: Mtra. ARCELIA FELÍCITAS MELÉNDEZ OCAMPO



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**

Las personas a quienes tengo que agradecerles todo lo que obtengo en mi vida, es a mis padres, Paty Frausto y Ramón Torres, grandes luchadores e inspiradores de mi vida. Quienes siempre me han impulsado a seguir adelante y dar todo para conseguir una meta, a través de sus enseñanzas, amor y apoyo. Quiero que sepan que los amo y que estaré en deuda siempre con ustedes, sepan que sus enseñanzas y sus palabras las llevo día con día en mi corazón y en mi mente. ¡Gracias a ustedes estoy logrando escribir esto!

¡A mi hermana, que día a día me hace sonreír y me apoya en todo momento, quiero que sigas adelante esforzándote al máximo como lo has hecho ahora, te amo mucho y gracias a tu apoyo estoy logrando muchas de mis metas!

A mis amigos, que son mi segunda familia, sin ustedes no habría podido seguir adelante con la misma alegría y energía con la que siempre me siento, sin su amistad esto no habría sido posible, Alex, Pau, Marco, Ruz, Cyn, Juan, Ariana, Lalo, realmente hicieron de este viaje escolar, uno muy divertido y del que aprendí muchas cosas geniales y muy divertidas, espero nuestra amistad continúe por muchos años más.

A la UNAM, que desde el bachillerato me ha permitido crecer y aprender todo lo que a la mente humana se le pueda ocurrir. Esta institución que ha albergado a millones de alumnos formando mexicanos capaces y comprometidos con su trabajo

A los profesores de la Facultad que se esforzaron por que aprendiéramos algo y tomáramos amor al conocimiento, gracias a ustedes estoy culminando este sueño.

A mi tutor Sáez Espínola Gabriel por su ayuda durante esta investigación, su paciencia y su dedicación en este trabajo

A mi asesora Meléndez Ocampo Arcelia Felicitas por todo el apoyo y consejos brindados durante la redacción de este trabajo

Gracias a todas las personas que contribuyen a que la Facultad sea funcional, como pacientes comprometidos con su salud bucal que dejan en las manos de estudiantes su salud. Sin ellos no tendría ni un porcentaje de lo que sé ahora.

.

## Índice de Figuras

<b>Fig. 1</b> Pasta profiláctica .....	26
<b>Fig. 2</b> Limpieza con cepillo profiláctico .....	26
<b>Fig. 3.</b> Lavado y secado del esmalte .....	26
<b>Fig. 4.</b> Acondicionamiento del esmalte con ácido grabador .....	27
<b>Fig. 5.</b> Lavado y secado despues de acondicionar el esmalte.....	27
<b>Fig. 6.</b> Aplicación de sistema adhesivo Enlight Ormco .....	28
<b>Fig. 7.</b> Aplicación de sistema adhesivo Transbond XT .....	28
<b>Fig. 8.</b> Cementado del bracket metálico .....	28
<b>Fig. 9.</b> Muestras de Transbond XT almacenadas y numeradas .....	29
<b>Fig. 10.</b> Muestras de Enlight almacenadas y numeradas. ....	29
<b>Fig. 11.</b> Bracket cementado con adhesivo Transbond XT.....	30
<b>Fig. 12.</b> Bracket cementado con adhesivo Enlight.....	30
<b>Fig. 13.</b> Sistema adhesivo Enlight Ormco.....	30
<b>Fig 14.</b> Sistema adhesivo Transbond XT.....	30
<b>Fig 15.</b> Pruebas de resistencia del adhesivo Transbond XT.....	30
<b>Fig. 16.</b> Pruebas de resistencia del adhesivo Enlight Ormco.....	30
<b>Fig. 17</b> ARI - ÍNDICE 3 .....	38
<b>Fig. 18</b> ARI -ÍNDICE 2 .....	38
<b>Fig. 19</b> ARI - ÍNDICE 2 .....	38
<b>Fig- 20</b> ARI - ÍNDICE 1 .....	39
<b>Fig. 21</b> ARI - ÍNDICE 1 .....	40
<b>Fig. 22</b> ARI - ÍNDICE 0 .....	40
<b>Fig. 23</b> ARI - ÍNDICE 0 .....	39
<b>Fig. 24</b> Porción de esmalte sano .....	41
<b>Fig. 25</b> Cambios en la superficie del esmalte .....	41
<b>Fig. 26</b> Porción de esmalte sano .....	41
<b>Fig. 27</b> Cambios en la superficie del esmalte .....	41
<b>Fig. 28</b> Porción de esmalte sano .....	42
<b>Fig. 29</b> Cambios en la superficie del esmalte .....	42
<b>Fig. 30</b> Cambios en la superficie del esmalte .....	42
<b>Fig. 31</b> Porción de esmalte sano .....	42

## **Índice de Tablas**

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	33
Tabla 2 Distribución promedio de resistencia al desprendimiento. Promedio y desviación estándar. ....	36

## **Índice de Gráficas**

Gráfica 1 Distribución promedio y desviación estándar.....	36
Gráfica 2 Valores máximos y mínimos de resistencia.....	38
Gráfica 3 Índice de desalojo de dos sistemas adhesivos ortodóncicos .....	41

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
2.1 Esmalte	3
2.2 Adhesión	4
2.3 Técnicas de adhesión en ortodoncia	9
2.4 Grabado del esmalte con ácido ortofosfórico	9
2.5 Procedimientos para la adhesión en esmalte	12
2.6 Resinas usadas en ortodoncia	14
2.7 Lámparas de fotocurado	14
2.8 Brackets	15
2.9 Medición del daño después del desprendimiento	18
2.10 Microscopía óptica	18
2.11 Microscopía electrónica de barrido	19
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
4. JUSTIFICACIÓN	22
5. OBJETIVOS	23
5.1 Objetivo general	23
5.2 Objetivo específico	23
6. HIPÓTESIS	23
7. METODOLOGÍA	24
7.1 Material y método	24
7.2 Tipo de estudio	31
7.3 Población de estudio	31
7.4 Muestras	31
7.5 Criterios de Inclusión	31
7.6 Criterios de Exclusión	31
7.7 Criterios de Eliminación	32
7.8 Variables de estudio	32

7.9	Operacionalización de las variables	33
8	RESULTADOS	34
9	DISCUSIÓN	43
10	CONCLUSIONES	45
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46



# 1. INTRODUCCIÓN

---

Es bien sabido que posterior al tratamiento ortodóncico se observan cambios en el esmalte y estos son más fácilmente identificados cuando se utiliza microscopía electrónica por el acercamiento que provee.

El problema que constituye el retiro de brackets no solo es estético en caso de que se presentaran pigmentaciones ocasionadas por el consumo de café, te, vino o alimentos pigmentantes, el problema de retirar el brackets abarca el desprendimiento de porciones de esmalte no identificadas clínicamente lo que expone al paciente a desarrollo de sensibilidad y caries.

Aunque se ha tratado de utilizar brackets a nivel lingual, las caras de estos dientes también pueden presentar pérdida del capital de esmalte al desprender el bracket.

Esto se considera como un evento adverso debido a que es resultado de la fuerza que se tiene que realizar para desalojar el bracket y fracturar así la unión bracket-adesivo-esmalte.

La elección del sistema de adhesión debe ser bien conocido por el profesional y valorar la calidad del esmalte del paciente. El remanente de adhesivo puede enmascarar la pérdida del esmalte, en este evento también se debe considerar el tipo de instrumento a utilizar en el desalojo y la fuerza ejercida, por tal razón, el presente estudio tiene como propósito presentar datos confiables sobre el uso de dos sistemas adhesivos utilizados en la actividad ortodóncica.

## 2. ANTECEDENTES

---

La adhesión en ortodoncia permitió realizar tratamientos menos invasivos y más estéticos en el paciente.

Buonocore es quien introduce el concepto de grabado en el esmalte en el año de 1955. En el año de 1962, Bowen introduce la resina Bis-GMA que se define como el primer agente de unión al esmalte.

Newman en el año de 1964 fue el primero en utilizar una técnica de cementado directo en el esmalte sin hacer el uso de bandas, abriendo el camino a que ortodoncistas pudieran colocar brackets en incisivos, caninos y premolares con un sellante que carecía de relleno, mismo que se colocaba en la superficie del esmalte grabado y una resina compuesta que se colocaba entre el bracket y el esmalte, creando una unión íntima y sellando esa unión. <sup>1</sup>

En el año de 1980, Fusayama desarrolla la técnica de grabado total, que involucra colocar ácido fosfórico a la dentina y al esmalte

Para el año de 1986 Gasspoole y Erickson demuestran que el grabado en esmalte solo necesita 15 segundos.

En 1992, Nakabayashi es quien describe la capa híbrida, uno de los mecanismos usados en la adhesión actual, que permitieron el surgimiento de los adhesivos de 4° generación, y permitiendo que, en el año de 1993, Van Meerkeek describa las tres zonas de la capa híbrida. <sup>2</sup>

## 2.1 Esmalte

El esmalte es el tejido más duro con el que cuenta el organismo, debido a que está formado por prismas muy mineralizados, mismos que lo acompañan en todo su espesor desde la unión amelodentinaria hasta la superficie externa que está en contacto con el medio bucal. Su función principal es la de cubrir a la dentina en su porción coronaria, cuidando la integridad del complejo dentino-pulpar.

Esta dureza la adquiere debido a su elevado porcentaje de matriz inorgánica (96%) un 3% de agua y también cuenta con un porcentaje muy bajo de matriz orgánica. Entre los componentes de la matriz inorgánica se encuentran los cristales de hidroxiapatita, que están formados por fosfato de calcio, que representan el componente inorgánico principal del esmalte.

Estos cristales están muy bien empaquetados y son de mayor tamaño que los de cualquier otro tejido mineralizado. Estos cristales son solubles ante la presencia de ácidos, dando origen a diferentes condiciones del esmalte, como puede ser la caries dental.

Ante la presencia de estas condiciones, la reacción del esmalte es la pérdida de sustancia, siendo incapaz de repararse o de poseer un poder regenerativo a diferencia de otros tejidos presentes en el cuerpo. Sin embargo, puede darse un fenómeno de remineralización.<sup>3</sup>

### 2.1.2 Propiedades del esmalte

**Dureza:** Es la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o de sufrir algún tipo de deformación impulsadas por presiones. En el caso del esmalte, su dureza corresponde a cinco en la escala de Mohs cuyo equivalente es la apatita.

La dureza promedio del esmalte va de 3.1 a 4.7 GPa. Este valor dependerá de la cantidad de cristales que se encuentren presentes en el esmalte.

Elasticidad: Es mínima por su gran dureza, además, la cantidad de agua y de sustancia orgánica es mínima. Haciendo de este, un tejido frágil, volviéndolo propenso a presentar macro o microfracturas cuando no cuenta con un apoyo dentinario adecuado.

## **2.2 Adhesión**

La formación de adhesión primaria va a depender de las estructuras atómicas y su tendencia a adoptar una configuración estable. La fuerza de esta adhesión y su habilidad para recuperarse después de la fractura determinara las propiedades físicas del material.

Las uniones atómicas primarias también son llamadas uniones químicas y pueden ser de 3 tipos: a) iónicas b) covalentes y c) metálicas.

4

Por esto, podemos dar como definición de la adhesión como la unión íntima entre dos superficies diferentes las cuales deben contar con un adhesivo que es la sustancia capaz de mantener unidos dos materiales por una atracción superficial. De ahí se divide este término en 4 definiciones:

a) Mecánica: En este tipo de unión intervienen factores físicos, como las rugosidades de la dentina y los poros del esmalte, permitiendo la interconexión entre estos, creando una “traba” entre ellos.

- b) Química: Aquí van a intervenir fuerzas primarias como los enlaces iónicos, covalentes, metálicos y las Fuerzas de Van Der Walls, por mencionar algunas.
- c) Física: Esta unión se basará entre los átomos de la interfase del adhesivo y del adherente
- d) Híbrida: El autor la define como una unión que involucra dos o más de las anteriores mencionadas. <sup>5</sup>

También incluye otros mecanismos refinados: la penetración del adhesivo en irregularidades microscópicas o submicroscópicas como surcos y poros en la superficie del sustrato. Un líquido adhesivo fluido o semiviscoso es el mejor para este procedimiento, la cantidad de proyecciones adhesivas fijadas en la superficie adherente suministran las bases para la inserción o retención mecánica. <sup>6</sup>

Para tener una buena adhesión necesitamos contar con las siguientes características: Un ángulo de contacto mínimo y una capacidad de humectación que permita que el adhesivo moje correctamente la superficie.

<sup>6</sup>

### **2.2.1 Ángulo de contacto**

Es la línea tangente en una superficie sólida que forma un ángulo, el cual define la forma del líquido, a esto se le conoce como ángulo de contacto. Si la fuerza de atracción entre las moléculas del adhesivo y las moléculas del sustrato es más fuerte que la atracción entre las moléculas del adhesivo, el adhesivo líquido se esparcirá mucho mejor sobre la superficie sólida y dará como resultado un ángulo de contacto menor.

Es así como, un ángulo de contacto menor indicara que las fuerzas adhesivas en la interfase son más fuertes que las fuerzas cohesivas que

mantienen las moléculas del adhesivo juntas. En cambio, si el adhesivo se ve elevado, significará que la fuerza de adhesión es más débil que la fuerza cohesiva del adhesivo.

Debido a la tendencia para el líquido para esparcirse como el ángulo de contacto disminuye, el ángulo de contacto será un útil indicador de esparcimiento y de mojado <sup>4</sup>

### **2.2.2 Humectación**

Se define como la capacidad que tiene un material para fluir en una superficie. Esta propiedad está relacionada con el ángulo de contacto, ya que entre menor sea, aumentará la capacidad de adhesión por unidad de área, misma que estará íntimamente relacionado con la penetrabilidad. Así, teniendo un alto índice de penetrabilidad y una gran humectación, obtendremos una adhesión óptima. <sup>5</sup>

### **2.2.3 Composición química de los adhesivos**

Los compuestos de los adhesivos dentales dependerán de cada casa comercial, sin embargo, compartirán los siguientes:

- a) Un medio de transporte que puede ser agua, acetona o etanol.
- b) Moléculas bifuncionales en aquellos adhesivos que son de 2 o más pasos.
- c) Moléculas poliméricas adhesivas como: BisGMA, UDMA.
- d) Elementos químicos que van a permitir la polimerización como la canforoquinona, diquetonas e iniciadores químicos.
- e) Material inorgánico como vidrios para disminuir la contracción después de la polimerización.

## 2.2.4 Evolución de los adhesivos dentales

En esta sección se dará un breve repaso de la evolución de los adhesivos usados para restauración, para así poder dar paso a los adhesivos usados en ortodoncia.

### a) 1° Generación.

Los adhesivos de esta generación actuaban por quelación del calcio y eran hidrofóbicos, se componían de ácido dimetacrilato glicerol fosfórico.

### b) 2° Generación.

Estos adhesivos actúan por interacción iónica entre la carga negativa del fosfato y la positiva del calcio. Se componen de ésteres fosfóricos y algunos elementos derivados metacrilatos.

### c) 3° Generación.

La función principal de estos adhesivos fue la de disolver el barrillo dentinario.<sup>5</sup>

### d) 4° Generación o sistemas multicomponentes.

Estos adhesivos se componen de tres fases:

- 1) Un ácido grabador que debía ser aplicado y lavado para poder eliminar la capa de lodo dentinario.
- 2) Un iniciador.
- 3) Un adhesivo.

### e) 5° Generación o sistemas adhesivos monocomponentes.

Se componen de dos fases:

- 1) Un ácido fosfórico en concentraciones del 30-40% que debía ser aplicado y lavado para eliminar la capa de lodo dentinario.

- 2) Un iniciador (imprimador) y un adhesivo que se aplican en una sola intención.

**f) 6° Generación.**

Se componen de dos fases:

- 1) Un iniciador autograbadador que disuelve la capa de barrillo dentinario sin lavado.
- 2) Sistema adhesivo.

**g) 7° Generación.**

Se compone de una sola fase:

- 1) Un imprimador autograbadador y adhesivo incluidos en una sola solución para disolver el lodo dentinario simultáneamente

La gran ventaja de estos sistemas adhesivos es que reduce la cantidad de pasos clínicos en el consultorio. También podemos destacar que tenemos una buena adhesión a superficies de resina y de porcelana, no presenta un mal sabor al paciente. Y como desventaja, pega la piel al contacto, ya que contiene etilcianocrilato.<sup>2</sup>

### **2.2.5 Adhesivos en Ortodoncia**

Gracias a los descubrimientos realizados en 1970, en la ortodoncia se eliminó la necesidad de poner bandas individuales en cada uno de los dientes a los que se le colocarían los brackets.

Los sistemas de adhesivos ortodóncicos, se adhieren en forma mecánica, a las irregularidades que se realizan en el esmalte dental que fue grabado con ácido ortofosfórico.<sup>5</sup>

## **2.3 Técnicas de adhesión en ortodoncia**

### **2.3.1 Adhesión directa**

En esta técnica, el operador coloca directamente los brackets sobre el esmalte del paciente.

Esta técnica, es la más usada debido a la rapidez con la que se puede realizar. Permite que los brackets se adapten mejor a las superficies del esmalte, traduciéndolo a una mejor fuerza de unión.

También, permite que se remuevan de manera sencilla los excesos de adhesivo.

En sus desventajas encontramos que no es tan precisa, dependiendo totalmente de la habilidad y la destreza del operador para colocar los brackets, dificultando su colocación en altura, angulación y su posición mesiodistal.

### **2.3.2 Adhesión indirecta**

Aquí, los brackets se colocan en un modelo de yeso, y se transfieren al paciente por medio de guardas de acetato. La ventaja de este sistema es la precisión con la que se pueden cementar los brackets en el esmalte. <sup>1</sup>

## **2.4 Grabado del esmalte con ácido ortofosfórico**

La composición del esmalte esta predominada por hidroxiapatita de calcio en forma cristalina de varillas.

Al realizar un grabado ácido es útil recordar que el esmalte que haya recibido una aplicación de fluoruro o enjuagues con flúor producirá una

gran insolubilidad y va a presentar una gran resistencia al ataque ácido, lo que provocará que se aumente el tiempo de grabado, pasando hasta 30 segundos.

Este ácido producirá microporos dentro del esmalte con una profundidad de aproximadamente 20 micrones, donde el adhesivo podrá anclarse y permitir la unión micromecánica. Además, indica que el efecto no solo ayuda a la formación de microporos, sino, además, una superficie limpia y el cambio energético polar de una superficie que inicio siendo poco reactiva a una superficie altamente atractiva polar. <sup>6</sup>

En la actualidad la superficie del esmalte suele grabarse e imprimirse en un mismo paso, esta técnica es útil cuando se vuelve a cementar un bracket que se haya aflojado o desprendido.

## **2.4.1 Patrones de grabado del esmalte**

### **2.4.1.1 Grabado Tipo I**

Las fisuras de grabado se producen como resultado de la disolución selectiva de la zona central de los prismas del esmalte.

### **2.4.1.2 Grabado Tipo II**

Las fisuras de grabado se producen como resultado de la disolución selectiva de la zona periférica.

### **2.4.1.3 Grabado Tipo III**

En este grabado hay una cantidad de fisuras indiscriminadas en toda la superficie del esmalte. <sup>4</sup>

### **2.4.2 Ácidos débiles**

En adhesivos “universales” o de “un solo paso” es utilizado el ácido polialquenoico, este le confiere al adhesivo universal la característica de formar uniones químicas confiables con el esmalte por la unión de los grupos carboxílicos del ácido con los iones de calcio del tejido dental, por lo que tiene una baja resistencia mecánica, pero es suficiente para resistir estrés masticatorio de baja intensidad.<sup>7</sup>

A diferencia de los sistemas adhesivos convencionales que utilizan diferentes frascos, el grabado y la penetración subsecuente de los monómeros se lleva a cabo como un solo paso con los adhesivos de autograbado. El fabricante menciona que el beneficio es que tanto la profundidad de grabado como la profundidad de penetración del adhesivo son idénticos.

En estos sistemas se elimina el paso separado del grabado común a la técnica de “grabado total” y también se elimina la dependencia en un patrón característico de adhesión en “húmedo”.

Estos sistemas están basados en ésteres fosfóricos, lo que atribuye su éxito a que la solución acuosa del éster fosfórico disuelve las áreas de superficie del esmalte. Dado a su bajo pH, estos adhesivos graban el esmalte en forma similar que el mismo ácido fosfórico. Dando un patrón de grabado para la adhesión micromecánica de un material restaurativo. Los ésteres fosfóricos sin reaccionar son polimerizados dentro de la matriz en el procedimiento subsecuente de fotopolimerización.<sup>7</sup>

## **2.5 Procedimientos para la adhesión en esmalte**

### **2.5.1 Limpieza**

Este paso nos permitirá eliminar la placa y la película inorgánica que se forma sobre el esmalte dental, sin embargo, debe ser una limpieza cuidadosa para no provocar el sangrado gingival.

Usualmente esta limpieza se realiza con arenilla derivada de la piedra pómez, libre de flúor y de grasas y aceites.

Varios autores la recomiendan antes y después de haber realizado la cementación de los brackets.

### **2.5.2 Preparación del esmalte**

Para poder realizar el acondicionamiento adecuado del esmalte, requerimos de un espacio de trabajo seco, y para esto contamos con aparatos como los expansores de labio y retractores de carrillos, también con obstructores del conducto saliva y algunos no tan sofisticados como los extractores salivales y los algodones o los rollos de gasa.

Contando con un campo de trabajo seco, se procederá a aplicar el gel o solución de acondicionamiento durante 15 a 30 segundos. Después de este tiempo, se enjuaga abundantemente con agua y se elimina de nuevo toda la humedad que pueda quedar presente en el diente, evitando en todo momento la presencia de saliva. Se debe secar minuciosamente el esmalte dental para así encontrarnos con una superficie mate y blanca, de no encontrar esta superficie, debe repetirse el procedimiento de grabado.

### **2.5.3 Adhesivos**

Una vez aplicado este ácido grabador, se debe aplicar una fina capa de agente adhesivo o imprimador sobre la superficie grabada del esmalte, misma que puede hacerse más delgada si se coloca aire durante uno o dos segundos. Sin embargo, también existen otro tipo de imprimadores que son no sensibles a la humedad.

### **2.5.4 Adhesivos no sensibles a la humedad**

Uno de los problemas que se presentan a la hora de colocar brackets, es la presencia de humedad, por lo que se crearon este tipo de imprimadores que son capaces de adherirse a superficies húmedas. Estos van a polimerizar en presencia de una pequeña cantidad de agua, sin embargo, no será así en presencia de saliva.

### **2.5.5 Adhesivos de autograbado**

La función más resaltable de estos sistemas es que no se necesita realizar el grabado ácido del esmalte ya que el mismo líquido cuenta con un componente que acondiciona la superficie del esmalte. Su ingrediente activo es el éster metacrilado del ácido fosfórico, que disuelve el calcio de la hidroxiapatita. El calcio del esmalte, en vez de aclararse, se elimina y forma un complejo que se incorpora cuando se polimeriza el imprimador. El grabado y la penetración del monómero en los prismas de esmalte se da simultáneamente, haciendo idénticas la profundidad de grabado y la penetración del imprimador. <sup>8</sup>

## **2.6 Resinas usadas en ortodoncia**

Son materiales que consisten en la mezcla de dos o más componentes, entre material orgánico e inorgánico. Sus principales componentes es una matriz de resina orgánica, un relleno inorgánico, un agente adhesivo, sistemas iniciadores o aceleradores y podría incluir pigmentos.

En sus propiedades mecánicas se resalta el bajo valor de su módulo de elasticidad que indica que la resina acrílica es mucho más flexible que el esmalte o la dentina. Su baja fuerza de compresión y valores de dureza se reflejan en una pobre durabilidad, particularmente a aquellas restauraciones que están sujetas a fuerzas abrasivas como el cepillado dental.<sup>9</sup>

## **2.7 Lámparas de fotocurado**

La mayoría de estas lamparas son dispositivos de mano que contienen una fuente de luz y están equipadas con una luz corta y una guía de fibra de vidrio rígida. Actualmente la mayoría de las lamparas usan un bulbo con un filamento de tungsteno en un ambiente con halógeno. Existen dos tipos de lamparas actualmente en el mercado.

### **• 2.7.1 Lámparas Halógenas**

- Estas lamparas tienen un bulbo de cuarzo con un filamento de tungsteno que irradia luz ultravioleta y luz blanca, la cual tiene que hacer uso de un filtro para eliminar el calor y todas las longitudes de onda excepto aquellas que se encuentren en un rango violeta-azul (entre 400 y 500 nm). La intensidad del bulbo disminuye con el uso, por lo que se recomienda el uso de un calibrador para medir su intensidad.<sup>4</sup>

## **2.7.2 Lámparas de diodos emisores de luz (LED)**

Las fuentes de estas luces emiten radiación solamente en un espectro visible de color azul, entre 440 y 480 nm y no requiere de filtros. Estos sistemas no producen calor, son silenciosas, tienen un consumo mínimo de watts y pueden usar baterías recargables. <sup>4</sup>

## **2.8 Brackets**

Sirven para lograr conectar todas las partes de un dispositivo ortodóncicos a un diente en el que se fija de una manera directa o sobre una banda metálica que rodea toda la estructura del diente. <sup>10</sup>

Los brackets metálicos se fijan mediante una retención mecánica, gracias a la malla con la que cuenta en la base.

Existen tres tipos de base de brackets: malla, base integral con canales y bases micro grabadas. <sup>8</sup>

### **2.8.1 Clasificación de los Brackets**

Se clasificarán por diferentes características, como por su forma de adhesión, el tamaño, la composición, el diseño, la manufactura o su nomenclatura.

### **2.8.2 Características de los brackets**

Las estructuras principales de un bracket son las siguientes:

- a) Punto de orientación. Nos permite localizar a que cuadrante pertenece el bracket.
- b) Slot. Esta ranura puede variar en tres medidas y están diseñados para recibir un alambre específico.
- c) Eje longitudinal. Este tiene que estar señalado en el bracket, debido a que si esta línea y el eje axial del diente coinciden dará mejores resultados.

- d) Aletas. Deben ser retentivas ya que recibirán a los módulos, ligaduras o cadenas.
- e) Base con malla. Esta será muy importante para darle la retención con ayuda del adhesivo con el diente.
- f) Hook. Son importantes ya que estos permitirán que se coloquen cadenas elásticas en el bracket, generalmente se encuentran en el ala distal de caninos y premolares. <sup>2</sup>

### **2.8.3 Brackets Metálicos**

Estos se componen de dos partes, una base y su cuerpo. Estos se pueden unir con oro, plata o láser.

#### **2.8.3.1 Base del bracket**

Una de las partes más importantes de los brackets es la base y la malla, ya que de estos dependerá la estabilidad del bracket durante el tratamiento ortodóntico y varía por cada casa fabricante (variará en el número de rejillas en la malla, torque en base o en el *slot*, angulación).

Su base puede ser mecánica simple, malla simple o súper malla. Siendo la súper malla la que emplea tres capas de mallas firmes mejorando la fuerza de adhesión. <sup>11</sup>

#### **2.8.3.2 Malla del bracket**

La malla es un tejido de hilos de acero inoxidable que dan retención a los adhesivos, se miden por la cantidad de espacios por cm<sup>2</sup>. Las medidas más comunes son de 60,80,100,150 y 200.

<sup>11</sup>

Las mallas metálicas simples con disposición horizontal son fabricadas por la laminación de una fina malla (100 aperturas por

pulgada cuadrada) sobre una hoja delgada de metal, hecha en acero inoxidable.

#### **2.8.4 Descementado de Brackets**

Al momento de desprender los brackets se debe buscar que se realice sin dañar la superficie del esmalte. Por lo que se debe de crear una línea de fractura en el adhesivo de unión o entre el bracket y la resina, para que después se elimine la resina residual que permanezca en el esmalte.

En el caso de los brackets metálicos el método más seguro es usar unos alicates cortantes en la base del bracket, haciendo que se doblen. El único inconveniente es la destrucción del bracket.<sup>5</sup>

Las pinzas de desprendimiento están diseñadas específicamente para desprender brackets ortodónticos, su diseño produce cortes, compresión o fuerzas tensiles dependiendo de las pinzas a usar y de la dirección a la que se dé el desprendimiento.<sup>12</sup>

En diversos estudios<sup>12</sup> se concluyó que la dirección ideal del desprendimiento de brackets es la ocluso-gingival en la base del bracket ya que produce una fuerza significativamente baja y deja una cantidad menor de adhesivo que realizando esta tarea en las aletas del bracket. También concluyeron que esta dirección produce un daño menor al esmalte cuando se usan fuerzas compresivas.<sup>12</sup>

El cemento que permanece en el esmalte después de retirar los brackets puede eliminarse raspando, sin embargo, la resina adhesiva es más difícil de eliminar, por lo que se recomienda el uso de fresas de carburo de 12 estrías con una velocidad moderada usando un contra ángulo. Al minimizar el desgaste del esmalte con estas fresas, se recomienda de igual manera el uso de fluoruros tópicos para lograr remineralizar el esmalte.<sup>5</sup>

## **2.9 Medición del daño después del desprendimiento.**

Después de realizar el desprendimiento de los brackets, para realizar la cuantificación del adhesivo remanente y de los daños superficiales del esmalte, se utilizó un medidor Schuler y fresas de carburo de tungsteno para eliminar los residuos de adhesivo. Al eliminar estos remanentes, se utilizó un microscopio electrónico para observar la superficie del esmalte y describirlos.<sup>13</sup>

## **2.10 Microscopía óptica**

En cualquier estudio de materiales la forma correcta de proceder es empezar por el nivel macroscópico, antes de observar los detalles microscópicos, para así poder utilizar la microscopía óptica y la electrónica como técnicas complementarias, no como técnicas competitivas.

El tamaño de la imagen depende de las distancias relativas a las que se encuentra del objetivo la muestra y su imagen. Si la imagen primaria producida por el objetivo se forma a la distancia adecuada, es posible que el ocular amplifique esa imagen en una cantidad proporcionada.

El microscopio óptico puede ser de luz transmitida o luz reflejada.

### **2.10.1 Luz transmitida**

El de luz transmitida se utiliza para aquellos materiales en los que se pueden realizar cortes de capas muy finas que dejan pasar la luz visible.

### **2.10.2 Luz reflejada**

En el caso de materiales muy opacos, se utiliza el de luz reflejada.

### **2.10.3 Aumentos**

Es la capacidad para que una imagen sea un número determinado de veces mayor que el objeto. En el microscopio

óptico los oculares son los objetivos y tienen unos aumentos propios, logrando que el aumento total con el que cuenta el microscopio se obtenga de la combinación de un determinado objetivo y de un ocular dado, esto también dependerá de la distancia que los separa del microscopio también.

Los aumentos totales se refieren a la imagen observada visualmente cuando el microscopio está enfocado de tal modo que la imagen virtual se forma aparentemente a 250mm.

#### **2.10.4 Profundidad de campo**

También se denomina profundidad de foco, penetración o resolución vertical. Esta es la distancia máxima entre dos planos perpendiculares al eje óptico, que pueden ser enfocados simultáneamente (los detalles de objeto situado más cerca o más lejos del objetivo que estos dos planos quedaran desenfocados). Tales superficies se encuentran hundidas con respecto a la superficie atacada.<sup>14</sup>

#### **2.11 Microscopía electrónica de barrido**

Un microscopio electrónico de barrido proporciona directamente una imagen de la estructura tridimensional de la superficie de una muestra. Suele ser más pequeño, sencillo y barato que el microscopio electrónico de transmisión. Este sistema utiliza los electrones dispersados o emitidos a partir de la superficie de la muestra. La cantidad de electrones dispersados o emitidos cuando este haz primario bombardea de forma consecutiva cada uno de los puntos de la superficie metálica es medido y utilizado para controlar la intensidad del segundo haz, que se mueve sincrónicamente con el haz primario y forma una imagen sobre una pantalla de televisión.

Esta técnica proporciona una gran profundidad de foco, gracias a que el grado de dispersión característico de los electrones depende del ángulo relativo entre el haz y la superficie, la imagen tiene puntos brillantes y sombras oscuras que le confieren un aspecto tridimensional. La resolución que se puede alcanzar no es muy elevada (alrededor de 10 nm, con un aumento efectivo de hasta 20,000 veces) <sup>15</sup>

En este caso, el uso de la microscopía óptica es el primer paso para poder determinar macroscópicamente si existen daños en la superficie del esmalte, para poder así después permitir a alguna otra línea de investigación utilizar la microscopía electrónica de barrido que complementaria a esta investigación. De igual forma, se optó por usar esta microscopía por el costo de uso y por la falta de este equipo en el laboratorio donde se realizaron las pruebas, haciendo difícil el traslado de las muestras y su inmediata observación en el mismo.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

---

En la actualidad el uso de adhesivos en ortodoncia implica la unión mecánica del bracket con el esmalte. Para utilizar algunos sistemas adhesivos se requiere de un pretratamiento del esmalte dental que hace uso de ácidos grabadores que ayudan a la correcta retención de las superficies de ambos materiales, creando micro retenciones mecánicas.

Esta unión es tan fuerte que al momento de desprender un bracket podría provocar daños en el esmalte y en algunos casos se conoce de evidencias clínicas que al desprendimiento hay porciones de esmalte adheridas a la malla del bracket.

Ahora bien, la mayoría de los estudios que abordan la variable desprendimiento, pocas veces determinan el ARI, por lo tanto, los resultados publicados podrían quedar incompletos. Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado, la pregunta de investigación sobre la cual se sustenta el presente estudio es:

***¿Cuál es el daño superficial que se produce en el esmalte después del desprendimiento de brackets metálicos y cuál es el índice de Adhesivo Remanente (ARI) presente en el esmalte después del desprendimiento de un tipo concreto de brackets metálicos en el esmalte de dientes premolares adheridos con los sistemas adhesivos Transbond XT™ vs Enlight™ Ormco?***

## **4. JUSTIFICACIÓN**

---

La información que se genere en este proyecto permitirá por un lado obtener datos confiables del daño producido en el aspecto superficial del esmalte, la cantidad de adhesivo remanente que queda en el esmalte dentario y esta información utilizarla al momento de formar recursos humanos en Ortodoncia y por el otro profundizar en las líneas de investigación de las cuales el tópico del tema sea parte fundamental y posicionar así a la Facultad de Odontología como el referente del laboratorio de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI).

## 5. OBJETIVOS

---

### 5.1 Objetivo General

Determinar mediante microscopia óptica los cambios en el aspecto superficial en el área del esmalte posterior al retiro de brackets unidos con dos diferentes sistemas adhesivos ortodóncicos.

### 5.2 Objetivos Específicos

1. Determinar si hubo cambios en el aspecto superficial del esmalte después de desprender brackets metálicos
2. Determinar el Índice de Adhesivo Remanente.
3. Determinar la resistencia al desprendimiento, por medio de cizalla, promedio ejercida al retiro de los brackets metálicos cementados con el adhesivo Transbond®XT Primer.
4. Determinar la resistencia al desprendimiento, por medio de cizalla, promedio ejercida al retiro de los brackets metálicos cementados con el adhesivo Enlight® Ormco.

## 6. HIPÓTESIS

---

### **H<sub>1</sub>**

Existen daños estadísticamente significativos en el aspecto superficial del esmalte después del desprendimiento del bracket metálico cementado con Transbond®XT Primer y Enlight® Ormco.

### **H<sub>2</sub>**

Es mayor la proporción de adhesivo remanente en el aspecto superficial del esmalte al retiro de los brackets metálicos cementados con Transbond®XT Primer vs Enlight® Ormco.

### **H<sub>3</sub>**

Existe asociación entre el tipo de adhesivo y ARI con los brackets metálicos.

## 7. METODOLOGÍA

---

### 7.1 Material y método

El presente estudio se llevó a cabo en la DEPEI, en el laboratorio de Materiales Dentales el día 17 de octubre del presente año.

Se utilizaron un total de 30 premolares que fueron extraídos por distintas razones ajenas a este estudio, en un lapso no mayor a 3 meses y colocados en agua, cambiada semanalmente para evitar el acúmulo bacteriano.

Las condiciones del laboratorio durante el procedimiento fueron de: humedad (75%) presión (30.7) y de temperatura (15.55° C).

Estos dientes se dividieron en dos grupos, Grupo A y Grupo B, conformados por 15 premolares aleatorios en cada grupo y se colocó un número específico, secuencial, en la resina acrílica autopolimerizable en la que se encuentran inmersos. Los grupos de estudio se determinaron aleatoriamente.

Antes de iniciar el proceso de adhesión, se colocaron los brackets en una solución de acetona para mantenerlos limpios a la hora de la adhesión, después de esto se realiza una limpieza a los 30 premolares con la pasta profiláctica ProphyTech, Zeyco® que en sus componentes tiene abrasivos, edulcorantes, saborizantes y emulsificantes, además es libre de flúor. Se coloca sobre la superficie vestibular por una duración de 10 segundos con un cepillo profiláctico y una pieza de baja velocidad por cada 5 muestras.

**Fig. 1 Pasta profiláctica**



**Fig. 2 Limpieza con cepillo profiláctico**



La superficie vestibular se enjuaga con abundante agua y se seca con aire libre de aceite y agua.

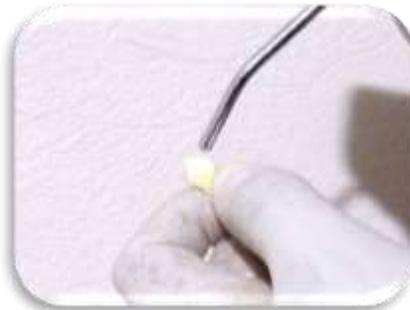


**Fig. 3. Lavado y secado del esmalte.**

En la superficie vestibular de esmalte de los 30 dientes, se coloca ácido ortofosfórico al 37% de la casa comercial 3M® durante 15 segundos, después de este tiempo, se enjuaga con agua por 20 segundos y se seca con aire libre de agua y de aceite por 10 segundos.



**Fig. 4. Acondicionamiento del esmalte con ácido grabador**



**Fig. 5. Lavado y secado después de acondicionar el esmalte.**

El grupo “A” conformado por el sistema adhesivo Transbond™ XT Primer, una resina Transbond™ XT y un bracket metálico de la casa comercial American Orthodontics®, las indicaciones del fabricante son colocar adhesivo con el uso de un micro cepillo en la superficie previamente grabada, e inmediatamente colocar el bracket con resina Transbond™ XT en su malla, se fotopolimerizó con una lámpara bluephase® C8 durante 5 segundos en cada uno de los polos del bracket para cada una de las muestras.

El grupo “B” conformado por el sistema adhesivo Ortho Solo® Ormco, una resina Enlight® Ormco y un bracket metálico de la casa comercial American Orthodontics®, se usan las indicaciones del fabricante en el uso de la resina y el adhesivo para cementar el bracket y se fotopolimerizó con una lampará bluephase® C8 durante 5 segundos en cada uno de los polos del bracket para cada una de las muestras.



**Fig. 7. Aplicación de sistema adhesivo Transbond XT.**



**Fig. 6. Aplicación de sistema adhesivo Enlight Ormco.**



**Fig. 8. Cementado del bracket metálico**

Al finalizar el cementado de las 30 muestras, se colocan en recipientes individuales con saliva artificial en un ambiente controlado y simulando las condiciones de la cavidad oral con una temperatura similar a los 37°C durante 1 semana.



**Fig. 9. Muestras de Transbond XT. Almacenadas y rotuladas.**



**Fig 10. Muestras de Enlight almacenadas y numeradas.**

**Fig. 12 Bracket cementado con adhesivo Enlight**



**Fig. 11 . Bracket cementado con adhesivo Transbond XT**



Adhesivos utilizados durante la investigación.

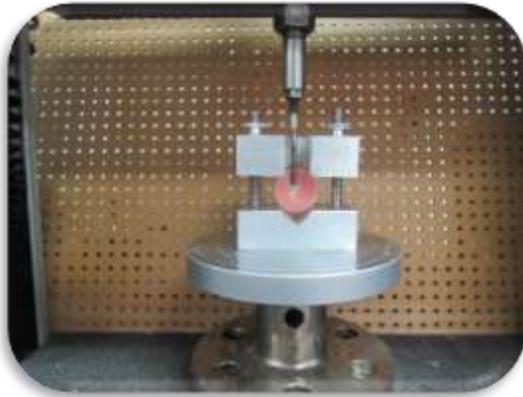


**Fig. 13. Sistema adhesivo EnlightOrmco**

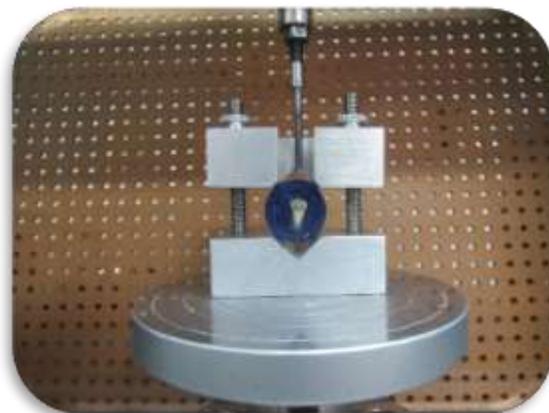


**Fig. 14. Sistema adhesivo Transbond XT**

Para realizar la prueba de desprendimiento, los dientes se colocan horizontalmente en cilindros con acrílico hasta el nivel clínico de la corona, manteniendo solamente el bracket metálico libre, para ser llevados posteriormente a una maquina universal de pruebas mecánicas (INSTRON modelo 5567) con una velocidad de carga de 1mm/min para determinar la fuerza del desprendimiento con el método cizalla y calcular la resistencia al dividir la fuerza entre el área de la base del bracket, que es de 12.4, según las indicaciones del fabricante.



**Fig 15. Pruebas de resistencia del adhesivo Transbond XT.**



**Fig. 16. Pruebas de resistencia del adhesivo Enlight Ormco.**

## **7.2 Tipo de Estudio**

Experimental.

## **7.3 Población**

- Dientes premolares.
- Adhesivos ortodóncicos para la cementación de brackets metálicos
- Brackets Metálicos

## **7.4 Muestra**

- 30 dientes premolares
- Dos adhesivos utilizados en ortodoncia de la marca: Enlight<sup>®</sup> Ormco y Transbond XT<sup>®</sup> 3M
- 30 brackets metálicos de la marca American Orthodontics<sup>®</sup> Master Series.

## **7.5 Criterios de inclusión**

- Dientes premolares.
- Extraídos en un lapso no mayor a 3 meses antes de realizar el cementado.
- Libres de caries en el esmalte vestibular.

## **7.6 Criterios de exclusión**

- Dientes que no sean premolares.
- Extraídos en un lapso mayor a 3 meses antes de realizar el cementado.
- Dientes con caries en el esmalte vestibular.
- Dientes con ausencia de esmalte vestibular.

## 7.7 Criterios de Eliminación

- Dientes que se dañan a la cizalla durante el desprendimiento del bracket.
- Desprendimiento masivo del esmalte después de desprender el bracket metálico.
- Perdida del bracket después del periodo de una semana en la cámara ambientadora.

## 7.8 Variables de estudio

### 7.8.1 Variable Independiente

Adhesivo Enlight™ Ormco tiene propiedades hidrofóbicas, una viscosidad óptima para evitar el derrame del adhesivo, se puede aplicar en brackets metálicos y cerámicos, no necesita aplicación de aire para adelgazar la capa de adhesivo.

El adhesivo Transbond XT™ 3M tiene propiedades de antiderrame que evita que se desperdicie adhesivo, tiene gran tiempo de trabajo, permite adherir brackets cerámicos y metálicos.

### 7.8.2 Variable Dependiente

Índice de Adhesivo Remanente (ARI).

### 7.9 Operacionalización de las variables

VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	OPERACIONALIZACIÓN
Desprendimiento	Se debe buscar que se realice sin dañar la superficie del esmalte. Por lo que se debe de crear una línea de fractura en el adhesivo de unión o entre el bracket y la resina.	Se determinará en función a la fuerza (MPa) requerida para su desprendimiento
Índice de Adhesivo Remanente	El índice ARI es un sistema que se utiliza para evaluar la cantidad de adhesivo que permanece en el diente después del desprendimiento de brackets. Este índice se desarrolló en un estudio piloto que involucro a 20 dientes extraídos. <sup>13</sup>	Se determinará en función a los grados que el índice marca: 0: No queda adhesivo remanente en la superficie del esmalte 1: Menos de la mitad del adhesivo se mantuvo en el esmalte 2: Mas de la mitad del adhesivo se mantuvo en el esmalte 3: El 100% del adhesivo se mantuvo en el esmalte

Tabla 1. Operacionalización de las variables

### **Análisis estadístico**

La información descriptiva se presentará mediante promedios, desviaciones estándar y proporciones y razones, para determinar si existen algunas diferencias entre los promedios de la fuerza de adhesión de los adhesivos, se utilizará la prueba de asociación entre las variables de estudio, se aplicará la prueba Mann Whitney (para muestras menores de 30 unidades) a una significancia del 0.05.

### **21. Consideraciones éticas**

El estudio no representa daño alguno para el investigador, el pasante ni las personas que proporcionan los premolares y se ha desarrollado el protocolo a la luz de los preceptos de la ley general de Salud en materia de investigación de UNESCO y carta de Ottawa.

## 8. RESULTADOS

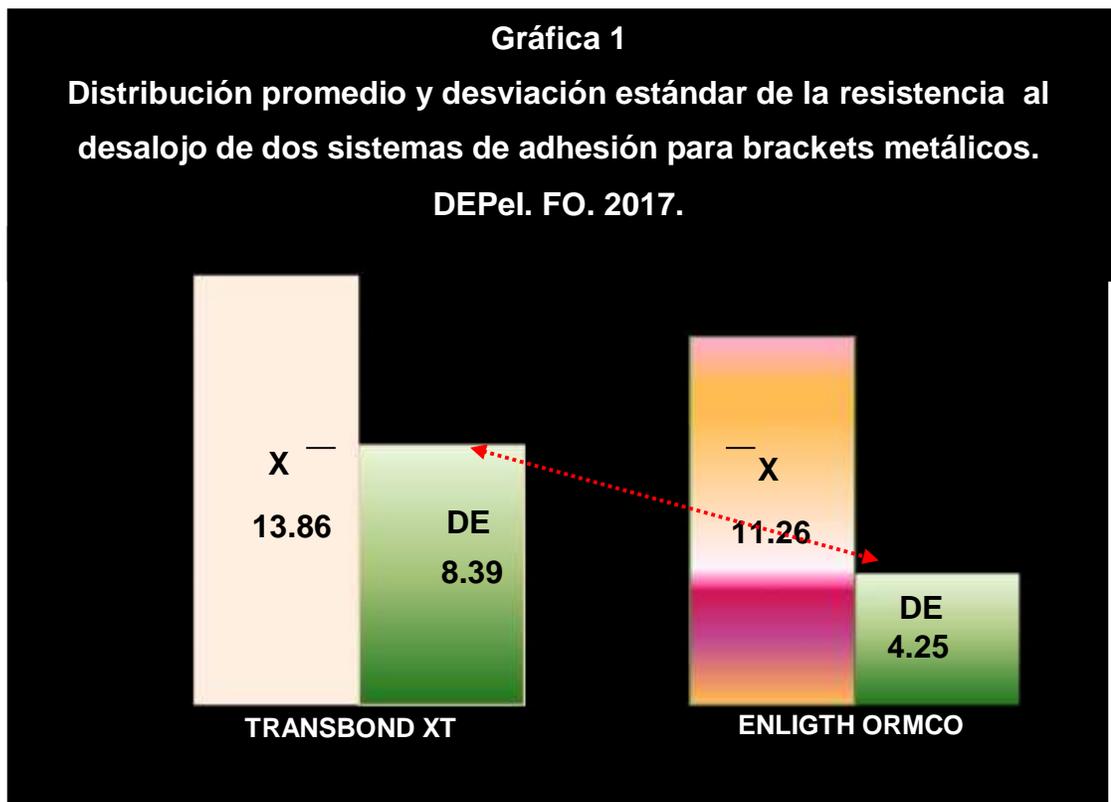
---

Para verificar la diferencia de resistencia al desprendimiento de brackets metálicos utilizados en ortodoncia colocados con los sistemas de adhesión TRANSBOND XT y ENLIGHT ORMCO se compararon los promedios de resistencia al desprendimiento de ambos sistemas. (Tabla 2)

*Fuente directa*

<b>Tabla 1</b>			
<b>Distribución promedio de resistencia al desprendimiento de brackets metálicos en muestras de resinas TRANSBOND XT Y ENLIGHT ORMCO. DEPeI. FO. 2017.</b>			
<b>TRANSBOND XT</b>		<b>ENLIGHT ORMCO</b>	
<b>PROMEDIO</b>	<b>DESV. EST.</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>DESV. EST.</b>
13.86	8.39	11.86	4.25

El promedio de desalojo mayor fue de 13.86 y correspondió al sistema adhesivo TRANSBOND XT pero también presentó casi el doble de desviación estándar que el sistema ENLIGTH ORMCO que presenta una desviación estándar de 4.25. Lo anterior pone en evidencia que existe una mayor variabilidad de valores de resistencia al desalojo entre las muestras de TRANSBOND XT. (Gráfica 1)



*Fuente directa*

Teniendo en cuenta que en cada grupo se analizaron 15 muestras para valorar la resistencia al desalojo se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney con el objetivo de determinar si la diferencia entre los promedios de

ésta variable en los grupos de estudio es estadísticamente significativa, los resultados pusieron en evidencia que a pesar de existir una diferencia de 2.6 puntos en el promedio de la resistencia entre Transbond XT y Enlight Ormco, siendo Transbond XT la que genera mayor resistencia al desprendimiento ésta no es estadísticamente significativa ( $p=5.48$ ).

En términos de valores muestrales se identificó que el sistema TRANSBOND XT presenta el valor más pequeño de resistencia al desprendimiento, pero también presenta el más elevado de esta variable. (Gráfica 2)

**Gráfica 2.**

**Valores máximos y mínimos de resistencia al desalojo de dos sistemas de adhesión para brackets. DEPel. FO. 2017.**



*Fuente directa*

Posterior a el desprendimiento de los brackets, se analiza la superficie del esmalte de cada muestra, así podremos comprobar si se produjo algún daño en el aspecto superficial del esmalte y también para determinar el adhesivo residual en los dientes, para esto se hace uso del Índice de Adhesivo Remanente (ARI)

La superficie del esmalte de las 30 muestras se observa con ayuda de un microscopio óptico a un aumento de 16x y de igual forma se observó la superficie de la malla metálica de los brackets, obteniendo los siguientes resultados.



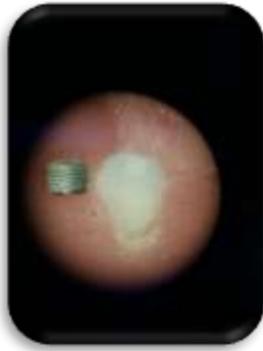
**Fig. 18 ARI - ÍNDICE 3**



**Fig. 17 ARI - ÍNDICE 2**



**Fig. 19 ARI - ÍNDICE 2**



**Fig- 20 ARI - ÍNDICE 1**



**Fig- 21 ARI - ÍNDICE 1**



**Fig. 22 ARI - ÍNDICE 0**



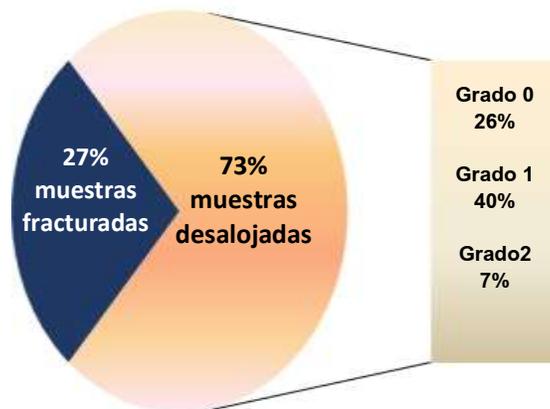
**Fig. 21 ÍNDICE 0**

## Índice de Adhesivo Remanente después del desprendimiento

Se calculó el índice de Adhesivo Remanente para determinar la proporción de muestras que presentan cualquiera de los grados del ARI, y así poder encontrar una relación entre la fuerza de adhesión y los residuos de adhesivo en el aspecto superficial del esmalte.

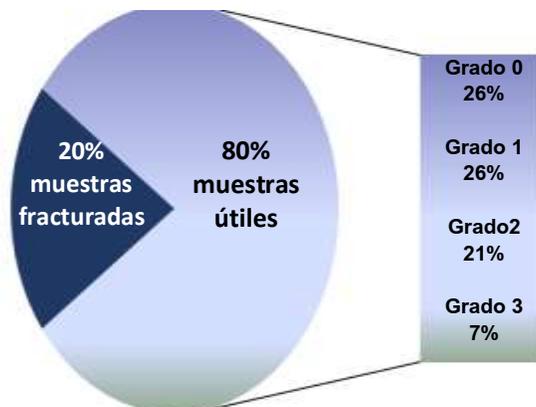
Gráfica 3  
Índice de desalojo de dos sistemas adhesivos. DEPEI. FO. 2017,

### Sistema adhesivo TRANSBOND TX



En el sistema Transbond XT se encontró una gran parte de las muestras presentando ARI Grado 1 y Grado 0, esto indica que, aunque presenta un valor alto de adhesión a esmalte, también provoca más daños en la superficie del mismo al provocar el desprendimiento de la resina completa junto con el bracket.

### Sistema adhesivo ENLIGHT ORMCO



En el sistema Enlight Ormco, encontramos muestras de cada uno de los grados de ARI, concentrándose en los grados 0,1 Y 2. Esto indica que la adhesión al bracket al no ser tan fuerte, permite desalojarlo sin causar un gran número de daños en el esmalte.

Después de analizar ARI, se observó la superficie del esmalte de los dientes cuya calificación del índice fue 0 y 1, esta observación se realizó con un microscopio óptico a un aumento de 250x. Donde se analizaron las superficies vestibulares para comparar una zona sana de esmalte y una zona que presentara alguna alteración en el aspecto superficial del esmalte. Encontrando que, si hubo alteraciones en el aspecto superficial del esmalte, pasando de tener una superficie lisa y brillante, a una superficie porosa y no continua como podemos observar en las fotos microscópicas.

#### ARI Índice 0 – Adhesivo Transbond XT



**Fig. 24** Porción de esmalte sano



**Fig. 23** Cambios en la superficie del esmalte

#### ARI Índice 1 – Adhesivo Transbond XT



**Fig. 25** Porción de esmalte sano



**Fig. 26** Cambios en la superficie del esmalte

ARI Índice 0 – Enlight Ormco



**Fig. 27** Porción de esmalte sano



**Fig. 28** Cambios en la superficie del esmalte

ARI Índice 1 – Enlight Ormco



**Fig. 30** Porción de esmalte sano



**Fig. 29** Cambios en la superficie del esmalte

## 9. DISCUSIÓN

---

Existen diferentes técnicas de desprendimiento de brackets, al igual que fuerzas aplicadas para hacerlo, por lo que es difícil determinar a simple vista si se ha generado un daño en el esmalte o no. Uno de los objetivos al retirar brackets, es crear el menor daño posible al esmalte, lo que lleva a los fabricantes a producir adhesivos que se adhieran mayormente al esmalte y en menor medida al bracket.

En este estudio utilizamos los adhesivos Enlight y Transbond, al igual que los autores Castillejos, Sáez, Álvarez y Herrera <sup>17</sup> se mantuvieron en inmersión simulando la humedad de la cavidad bucal, aunque a diferentes temperaturas. Siendo uno suero fisiológico, obteniendo una resistencia en el adhesivo Enlight® de 9.75 MPa y aquí obtuvimos una resistencia promedio de 11.25 MPa, estando sumergidos en saliva artificial. Y en el adhesivo Transbond XT obtuvieron una resistencia promedio de 7.48 MPa teniendo en este estudio una resistencia promedio de 13.85 MPa, siendo la temperatura el probable diferenciador de la resistencia presentada en ambos estudios.

La técnica de desprendimiento de brackets por cizalla fue similar a la realizada por la mayoría de los autores mencionados en este trabajo, sin embargo, se diferencia de la técnica empleada por Ibrahim y Abbassy <sup>12</sup> ya que ellos usaron unas pinzas para desprender brackets, provocando una fuerza de palanca para desprenderlos del esmalte, creando esto una problemática distinta.

Para determinar el sitio de falla se utilizó la escala propuesta por Ártun y Bergland <sup>13</sup>, esta fue utilizada por todos los autores mencionada en este artículo y por nosotros.

La determinación del ARI se obtuvo mediante microscopía óptica a bajos aumentos (16X) para encontrar el sitio de falla y así, con ayuda de microscopía

óptica a un gran aumento (250X) encontrar los cambios en el aspecto superficial del esmalte al igual que los autores Dumbryte y Linkiviciene<sup>(19)</sup>, sin embargo, ellos usaron microscopía electrónica la cual no se realizó en este estudio por la premura del tiempo.

## 10. CONCLUSIONES

---

1. En el presente estudio se determinó que después de realizar el desprendimiento de brackets, si se generan cambios en el aspecto superficial del esmalte.
2. El adhesivo Enlight Ormco® provocó un menor cambio en la apariencia superficial del esmalte porque tuvo una menor fuerza de desprendimiento.
3. En este caso el adhesivo Transbond XT® causó un mayor cambio en la apariencia en el aspecto superficial del esmalte, es así como concluimos que a mayor resistencia al desprendimiento presente un adhesivo, mayor cambio en el aspecto superficial del esmalte tendrá.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

1. Staley RN. Fundamentos en Ortodoncia. Diagnóstico y Tratamiento. 1st ed. Estados Unidos: AMOLCA; 2012.
2. Rodriguez EE. Ortodoncia Contemporanea. 2nd ed. Cruz GCS, editor. Colombia: AMOLCA; 2008.
3. Ferraris MEGd. Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 3rd ed. España: Medica Panamericana; 2009.
4. Anusavice KJ. Science of Dental Materials. 12th ed. Missouri: Elsevier; 2013.
5. Restrepo GAU. Fundamentos de Odontología. Ortodoncia: teoría y clínica. 2nd ed. Colombia: Corporación para investigaciones biológicas; 2010.
6. Báez HJG. Biomateriales odontológicos de uso clínico. 4th ed. Colombia: ECOE; 2007.
7. ESPE 3. 3M ESPE. [Online]. [cited 2017 Octubre 23. Available from: <http://multimedia.3m.com/mws/media/194714O/adpertm-prompttm-l-poptm-technical-profile.pdf>.
8. Graber TM. Ortodoncia: Principios y técnicas actuales. 6th ed. España: Elsevier; 2006.
9. Singh G. Textbook of Orthodontics. Segunda ed. Singh G, editor. India: Jaypee Brothers; 2007.
10. Macchi RL. Materiales Dentales. 4th ed. Argentina: Médica Panamericana; 2007.
11. Yáñez EER. Ortodoncia Contemporanea - Diagnostico y tratamiento. 2nd ed. Colombia: AMOLCA; 2008.
12. Ibahim Linjawi A, A. Abbassy M. Comparison of shear bond strength to clinically simulated debonding of orthodontic brackets: An in vitro study. Journal of Othodontic Science. 2016 Mayo; 25(9).
13. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. American Journal of Orthodontics. 1984 Abril; 4(85).
14. Gil Mur FJ, Manero Planella JM. Metalografía. Primera ed. Catalunya: Iniciativa Digital Politécnica; 2005.

15. Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P. *Biología molecular de la célula*. Quinta ed. Barcelona: Ediciones Omega; 2008.
16. Ramírez Orendain D, Sáez Espínola G. Comparación de fuerza de adhesión de dos sistemas ortodóncicos con afinidad a la humedad en dos condiciones de superficie del esmalte. *Revista Mexicana de Ortodoncia*. 2014 Abril; 2(2).
17. Castillejos Cartas L, Sáez Espínola G, Álvares Gayosso C, Herrera Chávez MG. Resistencia al desprendimiento de brackets adheridos con resina en contacto con una bebida alcohólica. *Revista Mexicana de Ortodoncia*. 2014 Julio; 2(3).
18. Fernández SL. Fuerza de retención al esmalte con adhesivos usados en ortodoncia, utilizando dos tipos de base de brackets (estudio comparativo in vitro). *Revista Odontológica Mexicana*. 2004 Diciembre; 8(4).
19. Dumbryte I, Linkeviciene L, Malinauskas M, Linkevicius T, Peciuliene V, Tikuisis K. Evaluation of enamel micro-cracks characteristics after removal of metal brackets in adult patients. *European Journal of Orthodontics*. 2013 Noviembre; 35(25).
20. Ramin A. In Vitro evaluation of microleakage under orthodontic brackets bonded with different adhesive systems. *European Journal of Dentistry*. 2017 Agosto; 11(2).
21. Proffit WR. *Ortodoncia Contemporánea*. 5th ed. España: Elsevier; 2013.
22. Borrego Sánchez BA, Nogales Contreras GP, Pérez Uzcátegui C, Mouthon Barrero C. Comparación del tipo de falla adhesiva en dos diseños de bases de brackets con estereomicroscopia y microscopia electronica de barrido. *Ortodoncia*. 2014 Agosto.