

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias de la Salud**

**Comparación de la fuerza de adhesión de los brackets en  
el esmalte dental con diferentes cementos dentales  
mediante la evaluación de su fuerza de adhesión**

**Proyecto de investigación**

**Giorgio Stefano Bianco Guerra**

**Odontología**

Trabajo de titulación presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Odontólogo

Quito, 15 de diciembre de 2015

Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Colegio de Ciencias de la Salud

---

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Comparación de la fuerza de adhesión de los brackets en el esmalte dental con diferentes cementos dentales mediante la evaluación de su fuerza de adhesión**

**Giorgio Stefano Bianco Guerra**

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Johana Monar , MPH

Firma del profesor

---

Quito, 15 de diciembre de 2015

## Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante:

---

Nombres y apellidos:

Giorgio Stefano Bianco Guerra

Código:

00104279

Cédula de Identidad:

0915598841

Lugar y fecha:

Quito, 15 de diciembre de 2015

## RESUMEN

Desde hace mucho tiempo en la ortodoncia ha existido el problema fundamental de la caída de los brackets por una adhesión inadecuada de los mismos. Debido a esto en los últimos años se han realizado varios estudios sobre este tema. En la actualidad existen distintos cementos dentales utilizados para la cementación de los brackets. Esta investigación bibliográfica comparará a los cementos: System One, Light Bond, Fuji Ortho, Vivaglass-Cem, Step, Transbond XT y Vitremer mediante la evaluación de su fuerza de adhesión.

## **ABSTRACT**

Since a long time ago there has been an important problem in orthodontics, which is the debonding of brackets due to an inadequate adhesion of the bracket. Because of this during recent years various studies about this topic have been performed. At the present time various dental cements are used for the cementation of brackets. The objective of this bibliographic investigation is to compare the dental cements: System One, Light Bond, Fuji Ortho, Vivaglass-Cem, Step, Transbond XT y Vitremer through an evaluation of their shear bond strength.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN .....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>RESEÑA HISTÓRICA .....</b>	<b>10</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
<b>General.....</b>	<b>11</b>
<b>Específicos.....</b>	<b>11</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
<b>1. Generalidades .....</b>	<b>12</b>
<b>2. Maloclusión.....</b>	<b>12</b>
2.1 Clase I.....	13
2.2 Clase II.....	13
2.3 Clase III .....	13
<b>3. Esmalte.....</b>	<b>14</b>
2.2 Composición .....	14

3.2 Características.....	14
<b>4. Adhesión.....</b>	<b>14</b>
<b>5. Grabado Ácido .....</b>	<b>15</b>
<b>6. Sistemas Adhesivos .....</b>	<b>16</b>
6.1 Adhesivos de segunda generación.....	17
6.2 Adhesivos de segunda generación.....	17
6.3 Adhesivos de tercera generación .....	18
6.4 Adhesivos de cuarta generación .....	18
6.5 Adhesivos de quinta generación.....	18
<b>7. Brackets .....</b>	<b>19</b>
<b>8. Cementos.....</b>	<b>19</b>
<b>9. Clasificación de los cementos según su composición .....</b>	<b>20</b>
9.1 Cemento de Ionómero de vidrio.....	20
9.2 Cemento de Ionómero de vidrio modificado con resina.....	21
9.3 Cementos resinosos .....	21
9.3.1 Resinas de Fotocurado.....	22
9.3.2 Cementos duales.....	22
9.3.3 Cementos de fraguado químico.....	22
<b>10. Clasificación por clase de adhesión .....</b>	<b>23</b>
10.1 Sistemas Total Etch .....	23
10.2 Sistemas de Self Etch .....	23
10.3 Cementos de resina de auto adición .....	23

<b>11. Cualidades de cementos ortodónticos .....</b>	<b>24</b>
<b>12. Polimerización .....</b>	<b>24</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>25</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>28</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>29</b>

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Resultados del estudio por Toledano y colaboradores .....	26
Tabla 2. Resultados del estudio por Casanovas, y colaboradores .....	27



## INTRODUCCIÓN

La maloclusión es la alineación incorrecta de los dientes, para corregirla se han diseñado varios sistemas y así poder modificarla a una más funcional (Markovic, Glisic, Scepan, Markovic, & Jokanovic, 2008). En la actualidad las técnicas más empleadas con este fin son las que utilizan los brackets cementados a los dientes junto con los arcos metálicos (Markovic, Glisic, Scepan, Markovic, & Jokanovic, 2008).

Cuando los brackets fueron introducidos al mercado por primera vez, no existían las técnicas modernas de cementación que son utilizadas hoy en día. En un inicio se utilizaban bandas metálicas alrededor de las piezas dentales, las cuales luego estaban unidas a los brackets (Hosseini, y col., 2012). Afortunadamente, en 1955 Buonocore introdujo la técnicas de grabado ácido, esta técnica fue implementada en varias áreas de la odontología incluyendo a la ortodoncia (Hosseini, y col., 2012). En 1965, Newman usó la cementación directa de los brackets al esmalte dental para poder obtener la aplicación de estos dispositivos de una manera más eficaz y estética, por lo que este procedimiento fue rápidamente aceptado (Hosseini, y col., 2012).

Desde hace mucho tiempo en la ortodoncia ha existido el problema fundamental de la caída de los brackets por una adhesión inadecuada de los mismos. Debido a esto en los últimos años se han realizado varios estudios sobre este tema, en los cuales se han utilizado una gran variedad de materiales y técnicas para así mejorar la durabilidad de la adhesión de brackets y así de esta manera poder encontrar una adhesión más correcta sobre el esmalte dental (Python, Oliveira, Ruellas, Bolognese, & Romano, 2007).

## RESEÑA HISTÓRICA

En 1915 Angle creó un aparato que revolucionó el campo de la ortodoncia, a este aparato lo denominó “bracket” (Tamizharasi & Senthil, 2010). Los sistemas de brackets comenzaron en 1915 con los “Ribbon Arch Brackets”, los cuales fueron también creados por Angle; este sistema fue seguido por los Brackets Universales, los mismos que controlaban el movimiento de las piezas dentales en todos los planos (Tamizharasi & Senthil, 2010). El siguiente sistema que fue lanzado al mercado fueron los brackets de Begg, los cuales fueron una modificación del sistema de “Ribbon Arch Brackets”. Luego durante 1981 el Dr. William J Thompson presenta a los “ Modern Begg Bracket” (Tamizharasi & Senthil, 2010). En 1928 Angle introdujo el sistema de “Edgewise Bracket”, siendo este un sistema de brackets que fue modificado por varios profesionales antes de ser lanzado al mercado (Tamizharasi & Senthil, 2010).

Otro suceso importante para los sistemas de brackets modernos es la introducción de los sistemas adhesivos. El primer gran paso en los sistemas de adhesión fue el surgimiento del sistema de grabado ácido en 1955 por Buonocore, este sistema permitió la adhesión de los brackets directamente al esmalte, lo que no sólo benefició a los odontólogos sino también al paciente (Nicolás, Ascensión, & Bravo, 2010). Sin embargo, durante mucho tiempo existió una gran resistencia ante esta técnica y fue gracias a los estudios realizados por Buonocore y Gwinnet entre otros que se aceptó el uso de esta técnica en la odontología actual (Nocchi, 2008).

## JUSTIFICACIÓN

Debido a la importancia que tiene el mantenimiento de los brackets en la cavidad oral para el éxito del tratamiento de ortodoncia, es necesario realizar estudios para medir el grado de adhesión de los cementos disponibles en el mercado. Además, debido a la falta de estudios estadísticos de esta clase, es importante realizar un estudio bibliográfico comparativo de las fuerzas de adhesión de los diferentes sistemas de adhesión, para así ver qué sistema es el más adecuado para ser implementado en la clínica.

## OBJETIVOS

### General

Realizar una revisión bibliográfica sobre las fuerzas de adhesión al esmalte dental de los agentes de cementación de los brackets ortodónticos; de los cementos System One, Light Bond, Fuji Ortho, Vivaglass-Cem, Step, Transbond XT y Vitremer mediante la evaluación de su fuerza de adhesión.

### Específicos

- Establecer qué cemento de los cementos mencionados tiene la mayor fuerza de adhesión al esmalte a través de la revisión bibliográfica.
- Establecer qué cemento de los cementos mencionados tiene la menor fuerza de adhesión al esmalte a través de la revisión bibliográfica.

## MARCO TEÓRICO

### 1. Generalidades

Los brackets son un componente esencial para los sistemas de ortodoncia utilizados en la actualidad, estos sistemas nos permiten suministrar la fuerza exacta desde el alambre hacia los dientes (Keun, Sung, Kim, & Kyoung, 2005). Los brackets que han demostrado tener las mejores propiedades son los brackets metálicos, por lo que son los más utilizados para los tratamientos ortodónticos (Keun, Sung, Kim, & Kyoung, 2005). La mayoría de sistemas de brackets son de acero inoxidable (Keun, Sung, Kim, & Kyoung, 2005); el acero inoxidable más utilizado es el 304L SS los cuales están compuestos por cromo de un 18 a 20 %, níquel de un 8-10%, silicón o manganeso en pequeñas cantidades y un contenido de carbón, el cual por lo general es menor a un 0.03% (Keun, Sung, Kim, & Kyoung, 2005).

### 2. Maloclusión

En 1890 Angle introdujo una clasificación para las maloclusiones, lo cual fue un paso muy importante en el desarrollo de la ortodoncia, ya que no sólo subclasificó los principales tipos de maloclusión, sino que además fue la primera definición clara y sencilla que explicaba lo que es una oclusión normal (Proffit, Fields, & Sarver, 2013). Según la clasificación de Angle cuando se ve las relaciones oclusales de los dientes posteriores se debe prestar mucha atención al primer molar mandibular (Okeson, 2013 ). El primer molar mandibular normalmente tiene una posición en sentido mesial con respecto al primer molar maxilar (Okeson, 2013 ); sin embargo, en ciertos pacientes el primer molar mandibular puede estar posicionado distal a esta posición y en otros casos puede estar con mayor grado de mesialización (Okeson, 2013 ).

### **2.1 Clase I**

La clase I se caracteriza por tener la cúspide mesiobucal del primer molar mandibular está en el espacio interproximal entre el segundo premolar y el primer molar maxilar, adicionalmente, la cúspide mesiobucal del primer molar maxilar está a nivel del surco bucal del primer molar mandibular. También encontramos a la cúspide mesiolingual del primer molar maxilar está en la fosa central del primer molar mandibular (Okeson, 2013 ).

### **2.2 Clase II**

En la clase II el primer molar mandibular se encuentra en una posición en sentido distal con relación a la clase I, aquí la cúspide mesiobucal del primer molar mandibular esta en la fosa céntrica del primer molar maxilar. También encontramos que la cúspide mesiobucal del primer molar mandibular se encuentra alineada con el surco bucal del primer molar maxilar. Finalmente, la cúspide distolingual del primer molar maxilar se encuentra en el área de la fosa céntrica del primer molar mandibular(Okeson, 2013 ).

### **2.3 Clase III**

En la clase III los molares mandibulares están en una posición mesial con respecto a los molares maxilares, las características de esta clase de Angle son que la cúspide distobucal del primer molar mandibular está en el espacio interproximal del segundo premolar y el primer molar maxilar. También encontramos a la cúspide mesiobucal del primer molar maxilar en el espacio interproximal del primer y segundo

molar mandibular. Y finalmente la cúspide mesiolingual del primer molar maxilar está en la depresión mesial del segundo molar mandibular (Okeson, 2013 ).

### **3. Esmalte**

#### **2.2 Composición**

El esmalte es un tejido que está compuesto en un 96% de cristales inorgánicos de Hidroxiapatita, 3% de agua y 1% de una matriz orgánica (Borgia, y col., 2003).

#### **3.2 Características**

Este tejido se diferencia de otros tejidos ya que es micro-cristalino, microporoso y anisótropo, adicionalmente también es acelular, avascular, aneural, de alta mineralización y es extremadamente duro (Borgia, y col., 2003). Estas características son las que hacen que el esmalte no pueda regenerarse, razón por la es afectado por la desmineralización ácida, es decir, por las caries, erosión y el acondicionamiento ácido (Borgia, y col., 2003). Este tejido al no ser regenerativo también puede ser afectado por otros factores como fuerzas oclusales, las cuales causan abfracciones, también puede ser afectado por pastas abrasivas que causan abrasiones y por traumatismos que pueden llegar a producir fracturas (Borgia, y col., 2003).

### **4. Adhesión**

"Sin la menor duda, la adhesión es responsable de las más importantes innovaciones producidas en el ejercicio de la Odontología en toda su historia, y particularmente durante la última mitad del siglo XX" (Borgia, y col., 2003). La aparición de estos materiales produjo un gran cambio el cual favoreció a la odontología

preventiva, debido a que permite un menor desgaste de los tejidos dentarios para producir una adhesión (Zambrano & Aguilar, 2005). El concepto de la adhesión directa en la ortodoncia es donde se adhiere directamente los aparatos ortodónticos al esmalte de forma directa (Viazis, 1995).

La adhesión se define como la fuerza que existe cuando dos sustancias están en íntimo contacto, y sus moléculas se adhieren o se insertan entre sí (Pelossi & Kwin, 2007). Esta fuerza se puede medir por medio de las fuerzas de tensión, compresión, cizalla y torsión, para así poder lograr el fallo de adhesión y poder cuantificar la fuerza requerida para que falle la muestra (Aguilar, Ferreto, Rodríguez, & Cáceres, 2013). Cuando hablamos más específicamente de la ortodoncia, generalmente se aplica fuerzas de cizalla sobre los brackets hasta que fallen y de esta manera se cuantifica la fuerza a la que estos fueron desplazados (Luque, 2006). En la Ortodoncia la fuerza de adhesión de los brackets debe ser suficiente para poder prevenir que estos se despeguen durante el procedimiento, al mismo tiempo no deben dañar la superficie del esmalte y deben poder ser removidos con relativa facilidad (Aguilar, Ferreto, Rodríguez, & Cáceres, 2013).

## **5. Grabado Ácido**

La técnica del grabado ácido fue introducida por Buonocore en 1955, lo cual no sólo revolucionó al campo de la ortodoncia sino a todos los campos de la odontología (Nicolás, Ascensión, & Bravo, 2010). Es a partir del estudio realizado por Buonocore que se comenzó a solucionar los fracasos clínicos de las resinas acrílicas simples y de las primeras resinas compuestas (Borgia, y col., 2003). Esta técnica es una de las más utilizadas para la unión de las resinas compuestas en el esmalte y además es una de las técnicas más usadas para la unión de los aparatos ortodónticos (Toledano, Osorio, Estrella, Romeo, Higuera, & García-Godoy, 2003).

El grabado ácido facilita la penetración de la resina en los tejidos dentales, produciendo una adhesión química entre la resina y el esmalte, lo mismo que a su vez permite la unión de los aparatos ortodónticos al diente (Toledano, Osorio, Estrella, Romeo, Higuera, & Garcia-Godoy, 2003). Uno de los ácidos más utilizados para el grabado ácido del esmalte para la colocación de los brackets es el ácido ortofosfórico al 37% (Toledano, Osorio, Estrella, Romeo, Higuera, & Garcia-Godoy, 2003).

La aplicación de ácido en el esmalte genera una desmineralización y disuelve la matriz inorgánica de hidroxiapatita de las varillas adamantinas lo que forma microporos y microsurcos (Borgia, y col., 2003). Adicionalmente, la función principal de estos ácidos es cambiar la superficie del esmalte intacto, el mismo que contiene una baja energía superficial por las impurezas, glicoproteínas salivales y biofilm que están dentro de su composición, y se encargan de convertir a esto en una área activa, limpia, desmineralizada y de alta energía superficial (Borgia, y col., 2003).

## **6. Sistemas Adhesivos**

Previo a la utilización de las técnicas de grabado total de dentina y esmalte, se utilizaron agentes de adhesión al esmalte. Debido a que las resinas compuestas son más viscosas que las resinas acrílicas sin relleno, se desarrollaron agentes de adhesión al esmalte para de esta manera poder mejorar la humectación y adaptación de la resina y la superficie grabada con ácido (Anusavice, 2004). La composición de estos adhesivos solía ser una disolución de la resina matriz en monómeros, la cual reducía la viscosidad y mejoraba la humectación a la pieza dental (Anusavice, 2004). Pese a que estas sustancias no tenían un alto potencial de adhesión, sí cumplían la función de mejorar la adhesión mecánica por la formación de prolongaciones de resina dentro del esmalte. Sin embargo, hoy en día estos materiales han sido reemplazados por otros diseñados para



obtener una mejor y más óptima adhesión con el esmalte y la dentina (Anusavice, 2004). Los adhesivos de primera generación estaban basados en los agentes de unión a base de silano pero estos fueron remplazados por otras generaciones que tenían diferentes composiciones (Anusavice, 2004).

### **6.1 Adhesivos de segunda generación**

Uno de los primeros intentos para lograr la adhesión a la dentina fue realizado por Buonocore, el cual siguió los principios de la adhesión en el esmalte para la dentina, sin embargo, este investigador utilizaba ácidos más débiles y por menos tiempo para el acondicionamiento (Carillo, 2006); con esta técnica se duplicaba la efectividad de la adhesión en comparación a cuando no se acondicionaban los tejidos. Otras técnicas que se trataron fue el uso de poliuretanos, sin embargo, este mecanismo no presentó resultados exitosos (Carillo, 2006). Cuando se utilizó resinas compuestas con glicidil metacrilato se trató de utilizar NPG sin embargo, este material era muy inestable y sensible ante la humedad y generaba un gran grado de contracción cuando se polimerizaba (Carillo, 2006).

### **6.2 Adhesivos de segunda generación**

Los sistemas adhesivos de segunda generación presentaron un incremento en la resistencia a la unión con el esmalte y la dentina, y es por eso que a partir de esta generación se empezó a reconocer a estos sistemas como sistemas adhesivos para el esmalte y la dentina (Carillo, 2006). La adhesión de la mayoría de estos sistemas se basaba en la reacción de fosfato/calcio que fueron utilizados en la composición de las resinas de dimetacrilato en vez de las resinas de BIS-GMA, sin embargo, esto causó fallas al momento de realizar la práctica clínica, puesto que se utilizaba agentes hidrofóbicos (Carillo, 2006).

### **6.3 Adhesivos de tercera generación**

En la tercera generación se comenzó a utilizar imprimadores, es decir, primers para la preparación de las superficies de la dentina de esta manera se obtenía una mejor humectación del adhesivo (Carillo, 2006); los primers son considerados ácidos débiles o una mezcla de ácidos en baja concentración. También podemos encontrar componentes a base de resina los cuales son activados por luz para interactuar con la dentina después de que esta fue sometida al grabado ácido. Al usar el ácido se generan pequeños defectos y microfracturas en la dentina, pero a través de los sistemas de adhesión de esta generación se busca la unión colágena de dentina pre tratada con una retención inter mecánica a las microfracturas (Carillo, 2006).

### **6.4 Adhesivos de cuarta generación**

Esta generación de adhesivos está caracterizado por el uso de agentes acondicionadores con ácidos débiles para la preparación del esmalte y la dentina (Carillo, 2006). El sistema adhesivo de esta generación utiliza imprimadores hidrófilicos lo que facilita la penetración de la dentina descalcificada permitiendo impregnar la superficie entre 1 a 5 micras por debajo de la dentina, lo que evita que la fibra colágena colapse y ayudando así a la penetración de la resina (Carillo, 2006).

Otra ventaja de esta generación de sistemas adhesivos es la formación de la capa híbrida, la cual aumenta la adhesión al sustrato dentinario y adicionalmente sella la superficie de la dentina, lo que prácticamente elimina el flujo de fluidos en la interface y generando una disminución de la sensibilidad postoperatoria (Carillo, 2006).

### **6.5 Adhesivos de quinta generación**

En esta generación de sistemas adhesivos se buscaba obtener la formación de la capa híbrida y una adhesión química para poder simplificar la técnica de adhesión

(Carillo, 2006). La mayoría de sistemas de esta generación utilizaban el grabado simultáneo tanto del esmalte como de la dentina, también existía el “one bottle” donde tanto el imprimador y la resina adhesiva venían juntos y se aplicaba después del grabado (Carillo, 2006).

## **7. Brackets**

Los brackets son unos de los componentes pasivos fijos más importantes en la ortodoncia, estos son dispositivos que actúan como superficies en las cuales se unen los agentes que producen fuerzas; los brackets pueden afectar la dirección de los vectores de fuerzas (Tamizharasi & Senthil, 2010). El tratamiento de ortodoncia está basado en la aplicación de fuerzas específicas en la dentición y los maxilares, para poder obtener estas fuerzas los brackets son cementados a los dientes. Sin embargo, en el pasado los brackets se unían a los dientes por medio de bandas, pero esto disminuyó con la introducción de los cementos resinosos los mismos que son utilizados para la cementación de estos dispositivos a las piezas dentales (Tamizharasi & Senthil, 2010).

## **8. Cementos**

A través del tiempo se han desarrollado una gran variedad de cementos para unir a los brackets con el esmalte. Los cementos resinosos utilizados en el área de la ortodoncia se pueden dividir en dos clases por su composición: los que son a base de resinas simples y los que son a base de resinas compuestas (Alonso, 2010).

Las resinas simples son aquellas que son resinas acrílicas sin relleno, estas resinas tienen un polvo de polimetacrilato de metilo y además tienen un líquido de monómero de metacrilato de metilo (Alonso, 2010). Las resinas compuestas son aquellas que presentan en su composición una matriz de resina la cual es un monómero

aromático o diacrilato alifático como el BIS-GMA o un dimetracrilato de uretano (UDM) el cual está diluido en TEGMA (Alonso, 2010). Estas resinas tienen un relleno de partícula el cual puede ser macro y micro (Alonso, 2010).

También se puede separar a los cementos resinosos por su forma de polimerización, estos se dividen en los de auto polimerización y los de fotopolimerización (Alonso, 2010). Los de auto polimerización, son aquellos que están conformados por una pasta catalizadora de peróxido de benzoilo y una pasta aceleradora, la cual está compuesta por una amina aromática terciaria que luego produce radicales libres para favorecer el proceso de auto polimerización (Alonso, 2010). Los cementos resinosos de fotopolimerización utilizan un mecanismo para crear radicales libres producidos por la energía fotónica; esta energía es producida por las lámparas de LED (Alonso, 2010).

## **9. Clasificación de los cementos según su composición**

### **9.1 Cemento de Ionómero de vidrio**

Los cementos de Ionómero de vidrio pueden adherirse químicamente al esmalte y dentina y también pueden liberar y reincorporar iones de flúor (Mezzomo & Makoto, 2010). Los Ionómeros de vidrio están compuestos por polvo y líquido, el polvo es un vidrio de fluoraluminosilato de calcio, el líquido puede ser agua o una solución de ácido tartárico diluido en agua. El espesor de la película de este cemento es de alrededor de 25 $\mu$ m (Mezzomo & Makoto, 2010). El Vivaglass Cem es un ejemplo de esta clase de cemento este cemento como la mayoría de los cementos de ionómero de vidrio tiene su acción de polimerización por el proceso de autocurado (Toledano, Osorio, Estrella, Romeo, Higuera, & Garcia-Godoy, 2003).

## **9.2 Cemento de Ionómero de vidrio modificado con resina**

Los Ionómeros de vidrio modificados con resina combinan las propiedades de liberación de fluoruro y de adhesión química del Ionómero con las propiedades de la resina como una resistencia mayor al del Ionómero y baja solubilidad (Mezzomo & Makoto, 2010). Este cemento viene en una presentación de polvo y líquido, el polvo está compuesto por fluoraluminosilicato radiopaco y un catalizador el líquido es una solución de ácido policarboxílico modificado por metacrilato, contiene HEMA y ácido tartárico (Mezzomo & Makoto, 2010). Un ejemplo de esta clase de cemento utilizado en la ortodoncia es el Fuji Ortho LC que es un cemento con base de Ionómero de vidrio modificado con resina, este tiene una polimerización por fotocurado (Toledano, Osorio, Estrella, Romeo, Higuera, & Garcia-Godoy, 2003). Adicionalmente en la ortodoncia también se puede utilizar el Vitremer que es un cemento de esta misma categoría (Casanovas, y col., 2011).

## **9.3 Cementos resinosos**

Los cementos resinosos vienen en fraguado químico, fotopolimerizable o dual que son lo que se pueden polimerizar con o sin luz (Mezzomo & Makoto, 2010). Estos cementos permiten preservar y reforzar el remanente dental y además tienen una buena distribución de la tensión (Mezzomo & Makoto, 2010). Los cementos resinosos están compuestos por una matriz de Bis-GMA o de UDMA también tienen moléculas inorgánicas de silano (Mezzomo & Makoto, 2010). El espesor de la película de esta clase de cementos es de 25  $\mu\text{m}$  (Mezzomo & Makoto, 2010). Un cemento de esta clase utilizado en la ortodoncia es el Transbond XT (Casanovas, y col., 2011).

### **9.3.1 Resinas de Fotocurado**

Estas resinas utilizan foto iniciadores los cuales se activan por la luz. Esta clase de cemento puede aumentar el tiempo de trabajo del operador, también tienen mayor estabilidad de color que los de acción doble (foto y auto polimerización) (Stamatacos & Simon, 2013). Un ejemplo de esta clase de resina es el Light Bond que es una resina compuesta la cual es de fotocurado (Toledano, Osorio, Estrella, Romeo, Higuera, & Garcia-Godoy, 2003).

### **9.3.2 Cementos duales**

Estos cementos tienen la capacidad de polimerizarse por luz o por una acción química, estos se recomiendan para restauración los cuales son gruesos y opacos. Ciertos estudios demuestran que esta resina necesita de la foto polimerización para poder alcanzar un alto grado de polimerización (Stamatacos & Simon, 2013).

### **9.3.3 Cementos de fraguado químico**

Los cementos de fraguado químico son aquellos llamados de auto curado. Para que estos funcionen se debe mezclar dos materiales para así poder iniciar a reacción, se utilizan para restauraciones en las cuales no traspasa la luz como por ejemplo restauraciones de metal, postes sin embargo, también se pueden utilizar para restauraciones de cerámica (Stamatacos & Simon, 2013). El System One es un ejemplo de esta clase de cemento, esta es una resina compuesta la cual tienen una polimerización química es decir que se polimeriza por medio del proceso de autocurado (Toledano, Osorio, Estrella, Romeo, Higuera, & Garcia-Godoy, 2003).

## **10. Clasificación por clase de adhesión**

### **10.1 Sistemas Total Etch**

Estas resinas usan un ácido fosfórico con una concentración del 30 al 40% para desmineralizar los tejidos. Este ácido remueve el smear layer y si abren los tubulos dentinarios, luego de este paso se agrega el adhesivo para poder unir el cemento al diente (Stamatacos & Simon, 2013). Los cementos que utilizan este proceso pueden ser de foto polimerización o de acción dual. Los cementos que usan esta técnica son los que tienen la mas alta cementación para unirse con la cerámica .

### **10.2 Sistemas de Self Etch**

En este sistema se utiliza un primer de self etch para prepara la superficie y luego se agrega el cemento sobre este primer (Stamatacos & Simon, 2013). La unión resultante de este sistema es casi tan alta como la del total etch. La ventaja de estos productos es que son mas fáciles de utilizar lo que reduce los errores del operador (Stamatacos & Simon, 2013).

### **10.3 Cementos de resina de auto adición**

Esta clase de cementos son los de un solo paso donde todos los componentes se encuentran dentro de un solo agente. Tienen una buena adhesión con dentina, esmalte y porcelana (Stamatacos & Simon, 2013). Esta clase de sistemas puede ser utilizados para dientes sin microabrasiones, dientes que no tengan superficies con alguna clase de primer o bonding (Stamatacos & Simon, 2013). Estos cementos se unen al diente en un solo paso y contienen ácido fosfórico el cual esta unido a la resina. Un estudio por Burgess muestra que esta clase de sistema funciona mejor en dentina que en el esmalte (Stamatacos & Simon, 2013). Muchos de estos sistemas utilizan un compuesto para

grabar o un primer el cual también tiene propiedades de grabado los cuales demuestran que mejoran la unión al esmalte, pero también esto demuestra que presenta una adición inferior a la dentina. Existen varios casos donde se han presentado efectos negativos por el uso de este sistema.

### **11. Cualidades de cementos ortodónticos**

Las resinas que se usan en el área de la ortodoncia deben ser capaces de adherirse directamente a los brackets cerámicos y metálicos, no se deben manchar y ser estéticas (Zambrano & Aguilar, 2005). Además, estos materiales deben tener la dureza adecuada y ser fácil de decementar para ser removidos con facilidad una vez que se haya terminado el procedimiento ortodóntico (Zambrano & Aguilar, 2005).

### **12. Polimerización**

En la actualidad los sistemas de polimerización más utilizados son los de activación química es decir los sistemas de autocurado (Macchi, 2007). Otro de los sistemas más utilizados son los que consiguen su activación por medio de luz es decir el las resinas de fotocurado (Macchi, 2007). Adicionalmente, existen cementos los cuales utilizan los dos sistemas al mismo tiempo a estos se les llama cementos de curado dual (Macchi, 2007) .



## DISCUSIÓN

En el estudio realizado por Toledano y colaboradores se valoró la fuerza de adhesión del los cementos System One, Light Bond, Fuji Ortho con grabado, Fuji Ortho sin grabado ácido y Vivaglass-Cem en dientes humanos (Toledano, Osorio, Estrella, Romeo, Higuera, & Garcia-Godoy, 2003). En este estudio se utilizó brackets de acero inoxidable junto con los cuatro cementos, se usó grupos de 10 premolares cada uno, sin embargo, para el Fuji Ortho se utilizaron 20 dientes divididos en dos grupos (Toledano, Osorio, Estrella, Romeo, Higuera, & Garcia-Godoy, 2003).

En el primer grupo no se hizo un grabado ácido en las piezas dentales mientras que en el otro sí se realizó un grabado con ácido ortofosforico al 37% por 15 segundos y se lavó y secó por 30 segundos (Toledano, Osorio, Estrella, Romeo, Higuera, & Garcia-Godoy, 2003). Durante la cementación de estos materiales se siguió las indicaciones de los fabricantes y se obtuvo los resultados que se puede ver en la tabla 1 (Toledano, Osorio, Estrella, Romeo, Higuera, & Garcia-Godoy, 2003).

<b>Material</b>	<b>Resultado en (N/mm<sup>2</sup>)</b>
<b>System One</b>	13.71
<b>Light Bond</b>	6.91
<b>Fuji Ortho LC con grabado acido</b>	6.62
<b>Fuji Ortho LC sin grabado acido</b>	3.98
<b>Vivaglass- Cem</b>	1.07

Tabla 1. Resultados del estudio por Toledano y colaboradores

Además, del estudio realizado por Toledano y colaboradores, también existen otros estudios los cuales han sido realizado más recientemente como por ejemplo el realizado por Casanovas, Portom Santos, Oliveira, Macedo, Ferreira y Lima. En esta investigación se analizó la fuerza de adhesión de los cementos Transbond XT y Vitremer. En este estudio se utilizaron 40 dientes incisivos humanos mismos que se dividieron en cuatro grupos de 10 dientes cada grupo. En el primer y segundo grupo se utilizó brackets metálico y los cementos Transbond XT y Vitremer correspondientemente mientras que en los grupos tercer y cuarto se utilizó brackets cerámicos y los cementos previamente mencionados (Casanovas, y col., 2011).

Los dientes para el primer y tercer grupo fueron sometidos a un grabado con ácido orthofosfórico al 37% por 15 segundos y después de aplicar el cemento se polimerizó y cementó por 40 segundos 10 segundos en cada superficie ( mesial, distal, incisal y gingival). Para los grupos dos y tres se aplicó el primer por 30 segundos y se secó la superficie y se la polimerizó por 20 segundos luego se cemento los brackets con el cemento Vitremer y se polimerizó de a misma manera que para los otros grupos.

Posteriormente se midió la fuerza de adhesión y se obtuvo los resultados que se pueden ver en la Tabla 2 (Casanovas, y col., 2011).

Clase de Bracket	Cementos fuerza de adhesión en MPa (N/mm <sup>2</sup> )	
	Transbond XT	Vitremer
<b>Metálico</b>	6.8 ± 3.6	4.0 ± 3.2
<b>Cerámico</b>	9.6 ± 2.6	6.9 ± 2.7

Tabla 2. Resultados del estudio por Casanovas, y colaboradores

Al comparar los resultados de estos dos estudios podemos ver que el cemento que demuestra la mayor fuerza de adhesión directa en el esmalte fue el System One el cual presentó una fuerza de 13.71 MPa, y es seguido por el cemento Light Bond el cual presenta una adhesión de 6.91 MPa, sin embargo, estos resultados pudieron ser afectados por algunas de las diferencias que se realizaron durante la preparación de las piezas dentales para el estudio realizado por Toledano y colaboradores en comparación con el que se realizó para el de Casanovas, y colaboradores. En el estudio realizado por Toledano y colaboradores los dientes son tratados en una solución de Cloramina-T al 0.5% a 4°C, mientras que los dientes utilizados para el estudio realizado por

Casanovas, y colaboradores los dientes fueron tratados en solución salina a 6°C lo que pudo tener un efecto sobre la adhesión de los cementos sobre el esmalte (Toledano, Osorio, Estrella, Romeo, Higuera, & Garcia-Godoy, 2003) (Casanovas, y col., 2011).

Otro motivo por el cual estos resultados pueden estar afectados es el tratamiento que se les dio a los dientes después de cementar a los brackets en el estudio de Toledano y colaboradores se realizó un termociclado de 500 ciclos el cual fue de 5 °C hasta 55°C, mientras que en el estudio de Casanovas, y colaboradores se mantuvo los dientes en agua destilada a  $37\pm 2^{\circ}\text{C}$  por 24 horas.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a la bibliografía estudiada encontramos que en los estudios realizados por Toledano y colaboradores, y Casanovas, y colaboradores podemos ver que el material que presenta la mayor fuerza de adhesión es el System One el cual presenta una fuerza de 13.71 MPa, este cemento demuestra tener una adhesión muy superior a los cementos que le siguen en fuerza de adhesión en brackets metálicos. El sistema adhesivo que tiene la segunda fuerza de adhesión más alta es el Light Bond con una fuerza de adhesión de 6.91 MPa seguido por el Transbond XT del estudio de Casanovas, y col. el cual tiene una fuerza de adhesión máxima en brackets metálicos de 6.8 MPa. Debido a estos valores, podemos concluir que el sistema con la mayor fuerza de adhesión para los brackets de acero inoxidable según esta revisión bibliográfica es el System One (Toledano, Osorio, Estrella, Romeo, Higuera, & Garcia-Godoy, 2003).

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A. G., Ferreto, I., Rodriguez, L., & Cáceres, H. (2013). Fuerza de adhesión de un sistema adhesivo de uso de Ortodoncia aplicado en intervalos de tiempo. *Publicación Científica Facultad de Odontología. UCR* , 15, 7-12.
- Alonso, G. (2010). *Ortodoncia teoría y clínica*. Colombia: CIB Corporacion para Investigacion Biologica.
- Anusavice, K. (2004). *Phillips ciencia de los materiales dentales* (Undécima edición ed.). Florida : ELSEVIER .
- Borgia, E., Busato, A., Carvalho, R., Corts, J., Costa, C., Edelberg, M., et al. (2003). *Adhesion en odontologia restauradora*. (G. Henostroza, Ed.) Parana: Editora MAIO.
- Carillo, C. (2006). Dentina y adhesivos dentinarios. Conceptos actuales. *Revista ADM* , 45-51.
- Casanovas, R., Porto, N., Santos, S., Oliveira, J., Macedo, A., Jose, F., et al. (2011). Evaluation of shear bond strength of orthodontic resin and resin modified glass ionomer cement on bonding of metal and ceramic brackets. *RSBO* , 170-176.
- Hosseini, M., Chalipa, J., Mirhashemi, A., Namvar, F., Saber, K., Chiniforush, N., et al. (2012). Comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded to enamel prepared by er:YAG laser and conventional acid-etching. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences* , 9, 20-26.
- Keun, T. O., Sung, U. C., Kim, K. M., & Kyoung, N. K. (2005). A stainless steel bracket for orthodontic application. *European Journal of Orthodontics* , 27, 237-244.
- Luque, H. (2006). “Fuerza de adhesión de brackets reacondicionados con diferentes técnicas adheridas repetidas veces en la misma superficie del esmalte. *Odontología Sanmarquina* , 60-65.
- Macchi, R. (2007). *Materiales Dentales*. Buenos Aires: Editorial Medica panamericana.

- Markovic, E., Glisic, B., Scepan, I., Markovic, D., & Jokanovic, V. (2008). Bond strength of orthodontic adhesives. *Journal of Metallurgy* , 14, 79–88.
- Mezzomo, E., & Makoto, R. (2010). *Rehabilitación Oral Contemporánea* . Caracas : AMOLCA .
- Nicolás, A., Ascensión, V., & Bravo, L. (2010). The in vitro effect of repeated bonding on the shear bond strength with different enamel conditioning procedures. *European Journal of Orthodontics* , 32, 291–296 .
- Nocchi, E. (2008). *Odontología restauradora salud y estética*. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana .
- Okeson, J. (2013 ). *Tratamiento de oclusion y afecciones temporomandibulares* . Barcelona: Elsevier .
- Pelossi, P., & Kwin, A. (2007). Resistencia adhesiva de brackets cementados con un sistema autoacondicionante de bajo ph. *Revista de la Sociedad Argentina de Ortodoncia* , 70, 48-52.
- Proffit, W., Fields, H., & Sarver, D. (2013). *Ortodoncia contemporanea*. Barcelona: Elsevier .
- Python, M., Oliveira, M., Ruellas, A., Bolognese, A., & Romano, F. (2007). Shear bond strength of orthodontic brackets to enamel under different surface treatment conditions. *Journal of Applied Oral Science* , 15 (2), 127-130.
- Stamatacos, C., & Simon, J. (2013). Cementation of indirect restorations: an overview of resin cements. *Contin Educ Dent* , 34, 42-44.
- Tamizharasi, P., & Senthil, K. (Septiembre de 2010). Evolution of orthodontic brackets. *JIADS* , 25-30.
- Toledano, M., Osorio, R., Estrella, O., Romeo, A., Higuera, B., & Garcia-Godoy, F. (2003). Bond strength of orthodontic brackets using different light and self-curing cements. *Angle Orthodontist* , 73, 56-63.
- Viazis, A. (1995). *Atlas de ortodoncia: principios y aplicaciones clinicas*. Filadelfia : Editorial Medica Panamericana .

Zambrano, R., & Aguilar, C. (2005). Adhesivos dentales en odontología conceptos fundamentales.