



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**ESFUERZO DE ADHESIÓN A ESMALTE Y DENTINA  
ENTRE UN IONÓMERO DE VIDRIO CONVENCIONAL Y  
UNO ADICIONADO CON RESINA.**

**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:

ERIC OSAMU KAMEYAMA CAMPUZANO

TUTORA: Esp. DIANA LÓPEZ VARGAS

ASESORA: Mtra. JUANA PAULINA RAMÍREZ ORTEGA



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.

Agradezco

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Odontología por brindarme la oportunidad de realizarme profesionalmente, por todos los conocimientos adquiridos a lo largo de mi desarrollo profesional Y por hacerme orgullosamente universitario.

A mi papá C.D. Francisco O. Kameyama Kawabe por ser un gran ejemplo de responsabilidad y por el sacrificio, apoyo, cariño, amor y buenos consejos que han hecho posible el término de mis estudios a nivel licenciatura.

A mi mamá E. Jannet Campuzano López por el amor demostrado, cariño y apoyo incondicional que me has brindado a lo largo de mi vida, por alentarme siempre a seguir adelante y siempre confiar en mí.

A mi hermano Hazael Seichi Kameyama Campuzano por todos los momentos de diversión, por la compañía que me brindas, por todos los buenos consejos y tu gran amistad.

A mi hermana J. Akemi Kameyama Campuzano por ser un gran ejemplo de desarrollo personal y de fortaleza, por ser mi amiga, tener siempre un momento para mí y por todos los momentos en los que has sido mi apoyo.

A Erika F. Ruíz Franco por todo el apoyo brindado, por todos los momentos inolvidables, por la compañía y las palabras de inspiración que me has dado.

A la Esp. Diana López Vargas, por compartirme sus conocimientos y darme la oportunidad de aprender más, por su tiempo, apoyo incondicional, paciencia, dedicación, por hacer del seminario de titulación una experiencia agradable y porque gracias a su tutela es posible la realización de este trabajo.

A la Mtra. Paulina Ramírez Ortega por apoyarme en la realización de este trabajo, por su enseñanza y paciencia.

A todos los profesores involucrados en el Seminario de Titulación en el área de Materiales Dentales y a todo el personal del Laboratorio Materiales Dentales de la División de Posgrado e Investigación de Facultad de Odontología.

A mis tíos C.D. Roberto Minoru Kameyama Kawabe, C.D. Eric Campuzano López, C.D. Elim Mirella Campuzano López y C.D. Oscar Morett Campuzano por su apoyo, cariño y compartir su conocimiento conmigo.

A mis compañeros del grupo 04 de la generación 2006-2010 y de la clínica periférica Padierna matutino (2009-2010) porque en algunos de ellos encontré personas muy valiosas y amigos para toda la vida.

Y a todos mis amigos que han estado a mi lado y que han creído en mí.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN  | 6  |
| 1. ANTECEDENTES                                       | 7  |
| 1.1 Historia  | 7  |
| 1.2 Composición                                       | 8  |
| 1.3 Reacción de polimerización                        | 10 |
| 1.3.1 Reacción química                                | 11 |
| 1.4 Papel del agua en el proceso de polimerización    | 12 |
| 1.5 Características del ionómero de vidrio            | 12 |
| 1.6 Propiedades físico-químicas                       | 13 |
| 1.7 Clasificación                                     | 13 |
| 1.8 Cementos de ionómero de vidrio fotopolimerizables | 14 |
| 1.8.1 Composición                                     | 15 |
| 1.8.2 Presentación                                    | 15 |
| 2. ADHESIÓN   | 17 |
| 2.1 Adhesivo y adherente                              | 17 |
| 2.2 Factores necesarios para lograr la adhesión       | 17 |
| 2.3 Fuerzas de adhesión                               | 18 |
| 2.3.1 Adhesión física o mecánica                      | 18 |
| 2.3.2 Adhesión química o específica                   | 19 |
| 2.4 Factores que modifican la adhesión                | 20 |
| 2.5 Adhesión específica del ionómero de vidrio        | 21 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 3. INVESTIGACIÓN               | 23 |
| 3.1 Planteamiento del problema | 23 |
| 3.2 Justificación              | 23 |
| 3.3 Objetivos                  | 24 |
| 3.3.1 General                  | 24 |
| 3.3.2 Específicos              | 24 |
| 3.4 Hipótesis                  | 24 |
| 3.5 Metodología                | 25 |
| 3.6 Resultados                 | 35 |
| 4. Discusión                   | 40 |
| 5. Conclusiones                | 42 |
| Referencias bibliográficas     | 43 |

## INTRODUCCIÓN

Los materiales dentales, siempre han sido objeto de investigación, ya sea para entender su comportamiento y darle nuevos usos o para la fabricación de nuevos materiales que ofrezcan mejores características.

Es fundamental en el área odontológica utilizar materiales dentales y por esto, es necesario conocer las bases del material que se va a utilizar en cada tratamiento para así poder seleccionar el material adecuado y con esto brindar un tratamiento dental de calidad.

El cemento de ionómero de vidrio, ha ido ganando terreno en la odontología actual. A pesar de que este tiene más de 35 años en el mercado, su formulación ha sido modificada para mejorar sus propiedades y aumentar su versatilidad.

El ionómero de vidrio inicialmente fue la mezcla del líquido del cemento de policarboxilato de zinc con el polvo del cemento de silicato, el cual ha tenido varias modificaciones con la finalidad de mejorar sus propiedades y compensar sus deficiencias.

Todos los materiales dentales deben de cumplir ciertos requisitos para su uso, la Asociación Dental Americana (A.D.A.) en su norma No. 96 dictamina las propiedades físico-químicas que deben cumplir todos los cementos dentales a base de agua, incluido aquí el ionómero de vidrio.

La adhesión específica o química que poseen algunos cementos dentales como el ionómero de vidrio, es una propiedad muy ventajosa ya que es posible conservar grandes zonas de tejido dental sano y reducir la microfiltración en la interfase.

Es por eso que en este estudio valoramos por medio de una prueba de cizalla la adhesión a esmalte y dentina de un ionómero de vidrio tipo II de reacción ácido-básica y un ionómero de vidrio adicionado con resina tipo II fotopolimerizable, para así poder seleccionar el material más adecuado para cada situación clínica que se nos presente.

# 1. ANTECEDENTES

## 1.1 Historia

Con el paso del tiempo y con el objeto de mejorar la calidad de todo tratamiento odontológico, han surgido muchos materiales dentales. En el caso de los cementos se pretende que tengan idealmente características como, biocompatibilidad, que sean aislantes térmicos y eléctricos, que poseen coeficiente de expansión lineal térmico (CELT) similar al de los tejidos dentarios, adecuada resistencia compresiva para soportar cargas masticatorias, así como baja erosión acida y suficiente fluidez.<sup>1</sup>

El ionómero de vidrio o ionómero vítreo es uno de los cementos dentales que más modificaciones ha sufrido. Este material fue sintetizado en Inglaterra por Alan. D. Wilson y Brian E. Kent en el Laboratory of The Government Chemist en 1969 y reportado en la revista British Dental Journal (A new translucent cement for dentistry) Brit. Dent. J. 132 – 1972, y en las aplicaciones clínicas efectuadas por McLean a principios de la década de 1970.<sup>1</sup>

Estos cementos que estaban basados en la reacción del aluminosilicato con el ácido poliacrílico conocidos en un principio como ASPA, presentaron algunas desventajas, como lenta cristalización, sensibilidad a la humedad, textura irregular en su superficie y poca estética, sin embargo tenían grandes cualidades como un CELT similar al diente gracias al silicato de aluminio, liberación prolongada de fluoruros, además de la adhesión específica a tejidos dentarios gracias al ácido poliacrílico.<sup>1,2</sup>

Estas cualidades fueron las responsables de seguir investigando para lograr el perfeccionamiento de este material, es por esto que han presentado modificaciones no sólo en su estructura original y composición, sino también en sus indicaciones y aplicaciones clínicas, hasta obtener lo que hoy conocemos como Ionómero de vidrio.<sup>1,2</sup>

De acuerdo con el profesor Sueo Saito la nomenclatura de ionómero, lingüísticamente es la combinación de ION y MER, como indicativo de cadenas moleculares grandes unidas por acción iónica. En estos cementos, los monómeros se unen por cadenas cruzadas electrostáticamente. Sin embargo la nomenclatura correcta es la de polialquenoatos de vidrio.<sup>2</sup>

## 1.2 Composición

El ionómero de vidrio se basa generalmente en una reacción ácido-base y en la formación de una sal de estructura nucleada, lo que significa que debe presentar dos componentes: un polvo (base) que es un vidrio molido basado en sílice y alúmina y en un líquido (ácido) que es una suspensión acuosa de ácidos policarboxílicos denominados polialquenoicos.<sup>3</sup>

Para lograr la fusión del sílice y la alúmina para formar el vidrio se le agregan fundentes, que pueden ser algunos fluoruros. Hay otros óxidos como el del calcio que se incorporan para balancear el desequilibrio energético que produce la valencia de dos elementos de diferente valencia como el silicio y el aluminio. Otros como el estroncio o el bario, son incorporados para lograr radiopacidad. Se agregan además pigmentos para imitar el color de los tejidos dentarios.<sup>3</sup>

La reactividad del polvo está controlada por la relación entre los componentes básicos, por la temperatura de fusión (entre 1100° a 1300°C) y por el tratamiento térmico realizado por el fabricante al enfriar el vidrio en agua. Al moler el vidrio se determinan los diferentes tamaños de partículas que oscilan entre los 4 y los 49 micrómetros, lo cual repercute en las proporciones en las que se mezcla con el líquido y en las propiedades finales que condicionan su empleo clínico.<sup>2,3</sup>

El líquido es una disolución acuosa a base de polímeros o copolímeros de ácidos alquenoicos (acrílico, maleico, itaconico, etc.) al cual con mucha

frecuencia se le agrega ácido tartárico (5% a 15%) el cual toma iones con facilidad y retarda la formación de sales de ácidos polialquenoicos (polialquenoatos). De esta manera se puede prolongar el tiempo de trabajo sin afectar la polimerización final y así regular el desplazamiento de iones vidrio durante la reacción ácido-base.<sup>3</sup>

Para evitar algunos de los problemas que presentan en la composición y en el comportamiento del líquido, algunos fabricantes deshidratan en frío a los ácidos que componen el líquido y lo incorporan al polvo, el cual va a reaccionar al momento de ser mezclado con agua destilada, este tipo de ionómeros de vidrio se llaman hidrofraguables o anhídridos.<sup>3</sup>

Aunque cada uno presenta ventajas sobre el otro, es importante mencionar que en los cementos de ionómero de vidrio hidrofraguables o anhídridos, el fabricante controla la proporción del ingrediente ácido y siempre permanece en la misma cantidad.<sup>3,4</sup>

Se pueden sintetizar las características generales de los cementos de ionómeros de vidrio:

- La reacción conduce a la formación de una sustancia firme y dura.
- Baja reacción exotérmica.
- No se experimenta contracción de polimerización.
- No hay presencia de monómeros libres.
- Estabilidad dimensional en medio acuoso.
- Interacción entre la matriz y el material de carga.
- Características adhesivas a esmalte y dentina.
- Liberación de fluoruros.
- Sensibilidad a la humedad en los primeros minutos.

De acuerdo con Davidson y Mjor, la definición para este cemento, es la de un cemento basado en agua, que endurece mediante una reacción ácido-básica entre el vidrio de flúor-alumino-silicato (FAS) y la solución acuosa del poliácido.<sup>4</sup>

En los últimos años, se ha intensificado el mejoramiento de los ionómeros convencionales, surgiendo los denominados “ionómeros vítreos de alta densidad”, que son materiales de alta viscosidad o consistencia, cuyos vidrios han sido mejorados al sustituir el calcio por el zirconio, reduciendo sus tiempos de trabajo y endurecimientos y mejorando notablemente sus propiedades físico-químicas y mecánicas. Estos ionómeros vítreos tienen mejores características de translucidez, por consiguiente una estética mejorada y una manipulación simplificada.<sup>1,2</sup>

### **1.3 Reacción de polimerización.**

La reacción de este vidrio con ácidos polialquenoicos produce el desplazamiento de iones positivos de  $\text{Ca}^{++}$   $\text{Al}^{+++}$  (cationes eléctricamente positivos), en igual forma el desplazamiento del fluoruro por otra parte con carga negativa (anión).<sup>3,4</sup>

Los iones solubles de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Al}^{+++}$  reaccionarán con los grupos carboxilo (negativos) del ácido para formar así polisales o policarboxilatos insolubles de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Al}^{+++}$ .<sup>2</sup>

Estas polisales servirán de matriz a las partículas de vidrio no reactivas.

De estas polisales, la de calcio se forma primero como gel de consistencia firme, y con posibilidad de tallarlo. Seguidamente la formación de policarboxilato de aluminio confiere la consistencia firme y dura.<sup>2</sup>

Esta reacción se conoce químicamente como reacción ácido-básica, con liberación de iones de fluoruro, responsables del efecto anticariogénico característico de estos cementos.<sup>2</sup>

### 1.3.1 Reacción Química

En la mezcla del polvo con el líquido se han podido detectar tres fases consecutivas de reacción:<sup>2</sup>

**FASE 1:** El políácido ataca el vidrio FAS, liberando iones y disolviendo así la parte más superficial de este vidrio. Se liberan así cationes metálicos de  $Ca^{++}$  y  $Al^{+++}$  con cargas positivas. Estos cationes reaccionan fugazmente con iones F para formar fluoruros de calcio y aluminio, y luego reaccionan con los copolímeros acrílicos para formar compuestos estables.

Esta fase ocurre durante la preparación de la mezcla. En esta etapa cuando aparece brillante superficialmente, posee el máximo de **reactividad adhesiva**. Cuando la mezcla pierde este brillo, quedarán pocos grupos carboxilos disponibles para la unión.

Es por esto que se recomienda a partir de dispensar el polvo y líquido en las proporciones indicadas por el fabricante, proceder a la mezcla rápida y vigorosa.

**FASE 2:** Gelación inicial por formación de la matriz de políácido. En esta fase debe tenerse especial cuidado de no permitir contaminación con humedad, que ocasionaría la desintegración de este gel. En esta fase el cemento tiene una apariencia rígida y opaca.

**FASE 3:** Formación del gel de polisales, como matriz que envuelve el vidrio que no ha reaccionado. La apariencia cambia de opaca a translúcida.

La masa de polialquenoato en esta etapa final, se observa microscópicamente conformada por:

- Una matriz de políácido.
- Un gel de silicio envolviendo periféricamente al vidrio.
- El vidrio envuelto por esta matriz.<sup>2</sup>

#### **1.4 Papel del Agua en el proceso de polimerización**

El agua es el constituyente más importante del líquido de los ionómeros de vidrio. Sirve como medio de reacción inicial, y después muy lentamente hidrata la matriz de enlace cruzado, con lo que se incrementa la resistencia del material.<sup>4</sup>

Si no existe dentina vital (húmeda) el ionómero de vidrio no endurecerá correctamente ni se podrá obtener una adhesión adecuada, ya que el agua transporta los iones de calcio y aluminio, los que reaccionarán con el poliácido para formar las matrices de los policarboxilatos.<sup>4</sup>

#### **1.5 Características del ionómero de vidrio**

Este material, tiene características importantes como:<sup>2-6</sup>

- Adhesión a tejidos dentarios (esmalte, dentina y cemento)
- Baja reacción exotérmica
- Estabilidad dimensional después de 24 h.
- Baja contracción de polimerización.
- Aislante térmico y eléctrico
- Liberación de fluoruro

Sin embargo posee también características indeseables:<sup>2-6</sup>

- Alta erosión ácida en las primeras 24 h.
- Difícil pulimiento
- Estética pobre

## 1.6 Propiedades físico-químicas

El ionómero de vidrio tiene características de compuesto iónico o cerámico y plástico, por lo que es aislante térmico y eléctrico.<sup>5</sup>

Tiene altos valores de resistencia a la compresión, y alcanza la más baja solubilidad de todos los cementos dentales después de 24 h. de colocado, se logran espesores de película menores a 25 micras, tiene muy buena resistencia para soportar cargas de condensación de otros materiales, además de presentar un coeficiente de expansión lineal térmico similar al diente.<sup>3,5,7,8</sup>

La presencia de fluoruros le confiere una acción anticariogénica, ésta es mayor en los primeros días, y se detecta después de varios meses.<sup>5</sup>

La mezcla no adquiere propiedades físicas y químicas suficientemente buenas cuando la reacción inicial se está dando con el calcio, sino hasta que se da con el aluminio; el tiempo prudente de espera para que se de toda la reacción es de 24 h. Por esto, presentan una gran sensibilidad al agua durante este periodo, por lo que es necesario protegerlos para mantener el equilibrio hídrico.<sup>3,5</sup>

Existen algunos factores que pueden afectar las propiedades físicas del ionómero de vidrio:<sup>3</sup>

- Variaciones en el polvo del ionómero de vidrio (contaminación)
- Variación en la relación polvo-líquido
- Sobrehidratación del cemento
- Porosidad (generada por una manipulación inadecuada)

## 1.7 Clasificación

Desde el desarrollo del cemento de ionómero de vidrio y conociendo su gran variedad de usos, se ideó una clasificación que involucraba los distintos tipos de material.

A partir de los años ochenta, esta clasificación previa pareció quedar en desuso, por lo que Mc Lean ideó una nueva clasificación de acuerdo a su aplicación clínica, muy similar a la clasificación anterior.<sup>3</sup>

- Tipo I. Agentes cementantes.
- Tipo II. Materiales de restauración.
  - Tipo II.1. Estéticos.
  - Tipo II.2. Reforzados
    - Cementos con mezcla de aleación de plata.
    - Cementos Cermet (sinterizados con plata u oro).
- Tipo III. Materiales de fraguado rápido.
  - Tipo III.1. Recubrimientos y forros (liner).
  - Tipo III.2. Base.
  - Tipo III.3. Selladores de fosetas y fisuras.

Sin embargo, la Norma 96 de la Asociación Dental Americana (A.D.A.) rige a todos los cementos basados en agua, incluido aquí el ionómero de vidrio, y los clasifica en:<sup>9</sup>

- Agente cementante.
- Material restaurativo.
- Bases y forros cavitarios.

### **1.8 Cementos de ionómero de vidrio fotopolimerizables.**

Los ionómeros de vidrio híbridos o adicionados con resina, se diferencian de los convencionales en que tienen además de la reacción ácido-básica propia de estos, reacciones de polimerización por radicales libres. Lo cual permite su aplicación en diferentes situaciones clínicas como restauraciones estéticas en clase III y V, base intermedia y reconstructores coronales.<sup>2,6</sup>

Para su endurecimiento se dan dos tipos de reacción, una de reacción ácido-base y una de fotopolimerización.

### **1.8.1 Composición**

La composición de estos cementos de ionómero de vidrio híbridos varía dependiendo de la casa comercial que lo fabrica y la presentación en que se comercializa, sin embargo en su mayoría la composición es la misma.<sup>6</sup>

**Polvo:** vidrio de fluoraluminosilicato.

**Líquido:** ácido poliacrílico, ácido tartárico, agua destilada, canforoquinona, dibutilhidroxitolueno y resinas hidrofílicas (principalmente HEMA)

De acuerdo con el uso se pueden clasificar en tres tipos:

- Base o protector pulpar
- Base, reconstrucción, restaurador
- Cementación

### **1.8.2 Presentación:**

Al igual que los ionómeros de vidrio convencionales, se presentan en dos versiones: encapsulados y para mezcla manual<sup>2,10,6</sup>

Ventajas (mezcla manual)

- Se puede variar el volumen del material
- No requiere equipo sofisticado

- Menos costoso que los encapsulados
- Más resistentes que los ionómeros de vidrio convencionales

#### Desventajas (mezcla manual)

- Mezcla inconsistente
- Mas sensitivos a la humedad que los cementos de resina
- No recomendados para cementar coronas cerámicas.

#### Ventajas (cápsulas predosificadas)

- Convenientes
- Mezclas consistentes
- Se elimina los procedimientos de asepsia (cápsula desechable)

#### Desventajas (cápsulas predosificadas)

- La viscosidad esta predeterminada por el fabricante
- No se pueden mezclar matices
- Tiene volumen fijo
- Se requiere equipo extra para manipularlo
- Más costosos
- La activación de la cápsula debe realizarse apropiadamente

Estos ionómeros vítreos tienen mejores características de translucidez, por consiguiente una estética mejorada.<sup>6,11</sup>

Una característica muy importante de los cementos de ionómero de vidrio es la adhesión química o específica a tejidos dentarios, para esto se ven involucrados muchos procesos.

## **2. ADHESIÓN**

La adhesión es el proceso de unir íntimamente dos superficies, con la mayor fuerza y por el mayor tiempo posible.<sup>5</sup>

Cuando dos sustancias entran en íntimo contacto, las moléculas de una de ellas, son atraídas por las moléculas de la otra. Esta fuerza se llama adhesión cuando moléculas de diferente naturaleza son atraídas, y cohesión cuando son atraídas moléculas de la misma naturaleza.<sup>5,7</sup>

Es el proceso por el cual dos superficies se mantienen unidas por fuerzas interfaciales, ya sea por uniones químicas, uniones físicas o ambas.<sup>12</sup>

### **2.1 Adhesivo y adherente**

El material o película que se agrega para producir la adhesión se conoce como adhesivo, y el material al que se aplica se llama adherente.<sup>7</sup>

### **2.2 Factores necesarios para lograr adhesión**

#### **Tensión superficial:**

Es la fuerza de atracción que los ejercen los átomos y moléculas hacia el centro del material en los líquidos.<sup>6</sup>

#### **Energía superficial:**

Es la fuerza de atracción de los átomos y moléculas en la superficie de los sólidos.<sup>6</sup>

## **Humectación**

Es la capacidad de un líquido de humectar un sólido. Mientras más alta sea la energía superficial de un sólido frente a un líquido con baja energía superficial, mejor capacidad tendrá este líquido de mojar o humectar al sólido.<sup>12</sup>

## **Ángulo de contacto**

Se forma entre la superficie de la gota del adhesivo y la superficie del adherente sobre el cual descansa.

Mientras más pequeño es el ángulo de contacto, mayor es la humectación y si el ángulo es muy grande, la humectación será deficiente y en consecuencia, la adherencia será deficiente.<sup>6</sup>

## **2.3 Fuerzas de adhesión**

Se clasifican en:

- Adhesión física o mecánica
- Adhesión química o específica

### **2.3.1 Adhesión física o mecánica**

En odontología se da cuando un material adhesivo (cemento), se adhiere por fuerzas de Van der Waals a un adherente (diente). Esto ocurre cuando el adhesivo que se aplica en estado fluido, al endurecer queda atrapado entre las irregularidades de los adherentes (diente o material restaurador) y evita que estos se separen. Para esto es necesaria una buena humectación del sustrato.<sup>5,6</sup>

Estas uniones mecánicas no aseguran que entre ellas se filtren líquidos. Sólo las uniones químicas son las que pueden impedir o disminuir el paso de líquidos por la interfase.<sup>12</sup>

### **2.3.2 Adhesión química o específica**

Existen dos tipos de unión química con el tejido dentario:

**Iónica:** Atracción electrostática entre iones con carga opuesta, es decir, uno cede y otro gana electrones.<sup>5,6</sup>

**Covalente:** Uniones formadas por compartimiento de electrones logrando su neutralidad eléctrica.<sup>5,6</sup>

En este tipo de adhesión, el adhesivo y el adherente experimentan una interacción química en su superficie de contacto. En odontología un ejemplo se da en la fijación de prótesis fijas al tejido dentario que se logra con los cementos de policarboxilato de zinc y de ionómero de vidrio; esto ocurre debido a las moléculas carboxílicas (COOH) que contienen estos cementos.<sup>5</sup>

En términos traccionales algunos tipos de adhesión física son mecánicamente superiores a cualquier tipo de adhesión química. Pero desde el punto de vista del sellado marginal que impida la microfiltración, siempre la adhesión química superará a la física.<sup>12</sup>

Aunque con los nuevos materiales y nuevas técnicas podemos lograr adhesión química o específica, la adhesión física sigue siendo la más fuerte y confiable en los diferentes procedimientos odontológicos actuales.<sup>4</sup>

## **2.4 Factores que modifican la adhesión**

Existen varios factores que pueden llegar a afectar el fenómeno de adhesión.<sup>6</sup>

- Factores dentarios
- Factores dentinarios
- Factores del paciente
- Factores de los productos comerciales
- Factores de la técnica
- Factores clínicos

### **Factores dentarios**

La adhesión a la dentina es afectada por factores dentarios que incluyen tamaño y forma de la lesión, estructura del esmalte y la dentina, flexibilidad y localización del diente.

### **Factores dentinarios**

Aquí se incluyen factores microestructurales de la dentina, tales como capa de desechos, densidad, tamaño y longitud de los túbulos dentinarios y esclerosis de la dentina.

### **Factores del paciente**

Son el grado de tensión oclusal sobre el diente por oclusión traumática y la edad por el aumento de flexión del diente o los cambios de la dentina por la edad.

### **Factores de los productos comerciales**

Desde el principio, la unión a la dentina se ha enfocado sobre el desarrollo de uniones químicas a la estructura del diente, pero actualmente se ha enfatizado sobre la retención micromecánica. Cualquier beneficio de la unión química aparece secundariamente a un buen mojado o unión micromecánica íntima.

## **Factores de la técnica**

La técnica dependerá del tipo generacional del adhesivo a utilizarse. Es decir, de la evolución de los diferentes productos comerciales y las indicaciones del fabricante.

## **Factores clínicos**

La adhesión a las superficies de esmalte y dentina puede estar afectada por una serie de factores como contaminación por saliva o sangre, contaminación con la humedad de la jeringa triple, contaminación con aceite de la pieza de mano y la jeringa triple, superficie rugosa del diente, presencia de placa dentobacteriana, constituyentes de los cementos temporales, etc.<sup>6</sup>

## **2.5 Adhesión específica del ionómero de vidrio**

Los cementos a base de ácidos polialquenoicos tienen la posibilidad de adherirse químicamente a las estructuras dentarias al reaccionar parte de los grupos carboxilos de sus moléculas con el calcio de la hidroxiapatita.<sup>12-14</sup>

Para que esto suceda, es necesario poner el material en contacto con el tejido dentario cuando todavía existen grupos carboxilo sin reaccionar. Si se demora el trabajo clínico y se deja avanzar la reacción, lo que se puede notar por la pérdida de brillo de la mezcla, esto indica que ya no hay en su superficie líquido (ácido) disponible y no se logrará la adhesión deseada.<sup>13,14</sup>

Inicialmente se forma un puente de hidrógeno entre el ionómero de vidrio y la estructura dental, el cual va siendo reemplazado por uno de calcio y más tarde por uno de aluminio. Se forman así sales de policarboxilato de

calcio y aluminio que serán las responsables del endurecimiento del cemento.<sup>4</sup>

Cuando la mezcla de ionómero de vidrio presenta brillo superficial y entra en contacto con el diente, los radicales ácidos del líquido del ionómero se unirán al calcio, produciéndose una unión química a la hidroxiapatita. Por otro lado el polialquenoato de vidrio se une al grupo amida del colágeno dental. Por lo tanto la unión es tanto a la parte dura como blanda de la dentina.<sup>4</sup>

### **3. INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Planteamiento del problema**

Los ionómeros de vidrio han ido ganando terreno en la odontología actual por tener múltiples usos, existir en diferentes presentaciones, tener varias modificaciones, liberar fluoruros y presentar adhesión química a los tejidos dentarios entre otras cualidades. Pero es una necesidad saber sobre que sustrato se logrará una mejor adhesión para conocer las alternativas con que contamos para poder ofrecer un tratamiento dental con la mayor calidad posible.

#### **3.2 Justificación**

Al ser la propiedad de adhesión tan mencionada y no ser señalada en la norma 96 de la A.D.A., podremos determinar mediante pruebas de esfuerzo de adhesión cual de los ionómeros de vidrio, el de reacción ácido-base o el modificado con resina, tiene las mejores propiedades de adhesión a esmalte y dentina.

### **3.3 Objetivos**

#### **3.3.1 General**

Comparar el esfuerzo de adhesión entre los ionómeros de vidrio restaurativos GC Gold Label® II (reacción ácido/base) y GC Gold Label® II Light-Cured (fotopolimerizable).

#### **3.3.2 Específicos**

1. Determinar los valores de esfuerzo de adhesión a esmalte y dentina del cemento GC Gold Label® II.
2. Determinar los valores de esfuerzo de adhesión a esmalte y dentina del cemento GC Gold Label® II Light-cured.
3. Observar si existe Ionómero de vidrio adherido a la superficie de esmalte y dentina
4. Determinar la naturaleza de la falla.

### **3.4 Hipótesis**

El cemento de ionómero de vidrio GC Gold Label® II light-cured mostrará mayores valores de esfuerzo de adhesión a esmalte y dentina que el ionómero de vidrio GC Gold Label® II de reacción ácido-base.

### 3.5 Metodología

Se utilizaron 20 premolares humanos extraídos por razones ortodóncicas libres de caries y restauraciones, a los cuales se les realizó previamente eliminación de cálculo y materia orgánica y profilaxis. Estos se dividieron en dos grupos al azar (n=10) y se colocaron en recipientes con agua y se mantuvieron a una temperatura de  $37\pm 1$  °C (figura 1).



Figura 1. Premolares humanos.

Cada uno de los dientes fue colocado sobre una loseta de vidrio limpia y fijados con plastilina quedando la cara vestibular en contacto con la loseta como se muestra en la figura 2. Se colocó un aro metálico utilizando vaselina como separador (figura 3). Posteriormente estos fueron embebidos en resina acrílica autopolimizable (figura 4).



Figura 2. Premolar fijado a la loseta.



Figura 3. Aro metálico alrededor del premolar.

Una vez polimerizada la resina acrílica, se retiraron los aros metalicos obteniendo un botón de acrílico con el premolar en su interior (figuras 5 y 6).



Figura 4. Resina acrílica fluida.



Figuras 5 y 6.  
Preparación del botón de acrílico.



Se retiró la plastilina para así poder desbastar la cara vestibular del premolar utilizando una pulidora metalográfica con papel de carburo de silicio grano 400 hasta exponer tejido dentario (esmalte) y posteriormente pulirlas con papel de grano 600 (figura 7). Apoyándonos con el paralelizador procuramos el paralelismo entre las superficies (figura 8). Una vez realizado este procedimiento se obtuvieron superficies planas de esmalte de aproximadamente 5 mm de diámetro (figura 9). (Se realizó el mismo procedimiento para los dos grupos únicamente variando el color de la resina acrílica) (figuras 10 y 11).

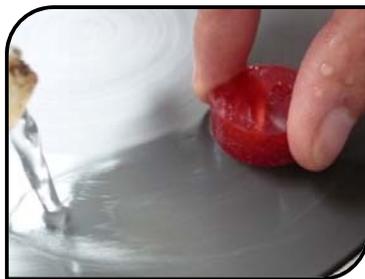


Figura 7. Pulido de la muestra.



Figura 8. Paralelizador.



Figura 9. Botón de acrílico con la muestra expuesta.



Figura 10. Grupo 1.



Figura 11. Grupo 2.

Los botones de acrílico fueron colocados en agua y mantenidos a una temperatura de  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Los botones fueron retirados del agua y se prosiguió a realizar la adhesión del ionómero de vidrio sobre el esmalte expuesto previamente secado con torundas de algodón.

A cada uno de los botones se le colocó un conformador de muestras de teflón, y se fijó con una pinza metálica para evitar su desplazamiento, cuidando que el orificio del conformador quedara sobre la superficie de esmalte descubierta (figura 12).



Figura 12. Conformador sobre la muestra.

### **Grupo 1**

Se preparó el cemento de ionómero de vidrio Gold Label<sup>®</sup> II (GC, Japón) (figura 13) siguiendo las instrucciones del fabricante (proporción polvo/líquido y tiempo de manipulación) (figura 14). Una vez terminada la mezcla esta fue llevada al conformador de muestras y fue depositada en el orificio del mismo eliminando el excedente de cemento (figura 15).



Figura 13. Ionómero de vidrio GC Gold Label® II (Reacción ácido-básica)



Figura 14. Proporción polvo-líquido 1-1, Tiempo de mezcla 30 seg. Tiempo de trabajo 2 min.



Figura 15. Ionómero de vidrio en el conformador de muestras.

## Grupo 2

El cemento de ionómero de vidrio Gold Label® II Light-cured (GC, Japón) (figura 16) fue manipulado siguiendo las instrucciones del fabricante (proporción polvo/líquido y tiempo de manipulación) (figura 17), una vez terminada la mezcla se colocó en capas de no más de 1.8 mm. de grosor, fotopolimerizando cada una de ellas con una lámpara de luz LED (Translux® Power Blue®, Alemania) con una longitud de onda de 470 nm. (figura 18) durante 20 segundos.



Figura 16. Ionómero de vidrio GC Gold Label® II Lc (Fotopolimerización)



Figura 17. Proporción polvo-líquido 1-2, Tiempo de mezcla 25 seg. Tiempo de trabajo 3.45 min.

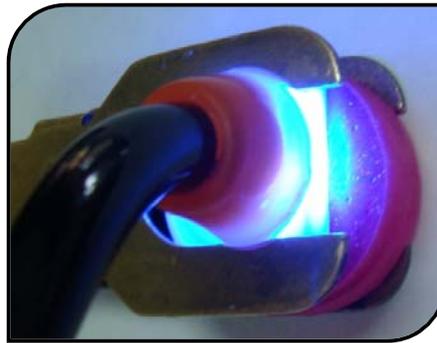


Figura 18. Se realiza la fotopolimerización en capas, con la lámpara lo más cerca posible de la muestra.

Posteriormente se llevaron las muestras a una estufa con temperatura y humedad controlada (Lab-Line Aquabath®, E.U.A.) a  $37^{\circ}\text{C} \pm 1$  y humedad relativa del 90% durante 20 minutos (figura 19).



Figura 19. Estufa de humedad y temperatura controlada (Lab.Line Aquabath®).

Transcurridos los 20 minutos, se retiraron las pinzas y el conformador de muestras obteniendo la muestra de ionómero de vidrio sobre la superficie del tejido dentario (figura 20).



Figura 20. Muestra sobre esmalte.

Una vez obtenidas las muestras de ambos grupos estas fueron colocadas en agua y mantenidas a una temperatura de  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 24 horas en una estufa Felisa® (figura 21).



Figura 21. Estufa de temperatura controlada Felisa®.

Transcurridas 24 horas posteriores al inicio de la mezcla las muestras fueron retiradas del agua y secadas. Se midió el diámetro de la muestra con un vernier electrónico (Absolute® digimatic caliper®, Japón) (figura 22) y se calculó el área ( $A = \pi r^2$ ) para posteriormente realizar las pruebas de esfuerzo de adhesión colocando las muestras en una máquina universal de pruebas mecánicas Instron® modelo 5567 con una velocidad de carga de 1 mm/min (figuras 23 y 24).



Figura 22. Medición del diámetro del cemento.



Figuras 23 y 24.  
Colocación de la muestra en la Instron® y vista de la aplicación de la carga

Una vez realizada la prueba de esfuerzo, las muestras fueron observadas en un microscopio estereoscópico (Carl Zeiss®, Alemania) (figura 25) a un aumento de 20x con iluminación de una fuente de poder Photonic® (Photonic®, Vienna) y una fibra óptica dual tipo cuello de ganso (Daigger®, EUA) (figura 26).



Figura 25. Microscopio estereoscópico

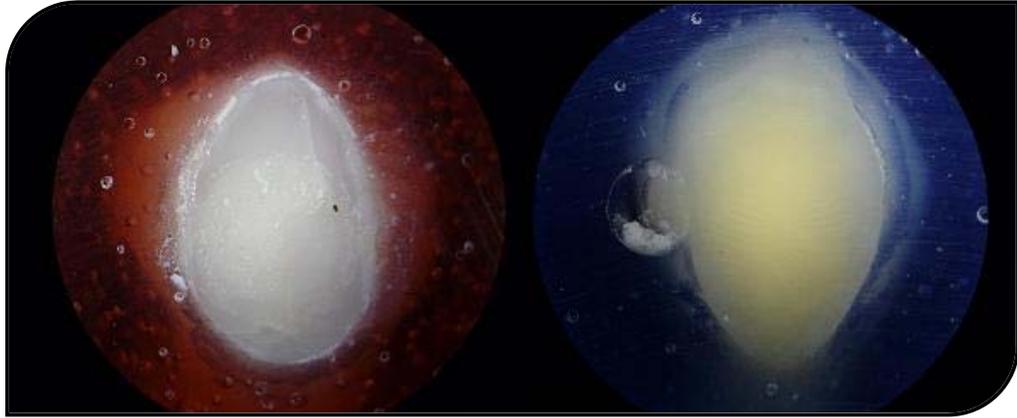


Figura 26. Observaciones al microscopio

Posteriormente los botones de acrílico fueron desbastados nuevamente en la pulidora metalográfica con un papel de carburo de silicio de grano 400 hasta descubrir dentina y ésta fue pulida con papel de grano 600 (figura 27), este procedimiento fue realizado para todas las muestras.



Figura 27. Muestras con dentina expuesta.

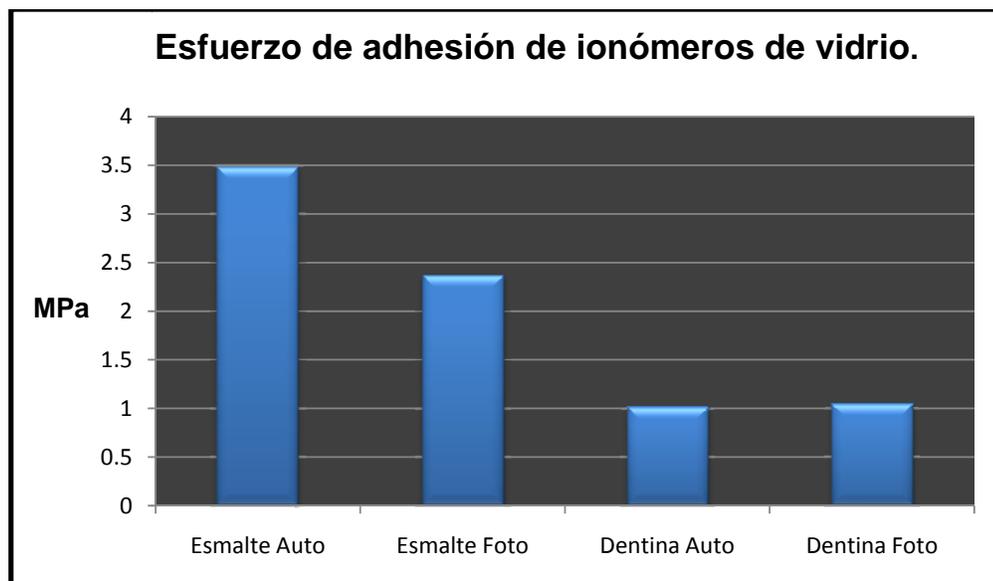
Una vez conseguido esto, se realizó el mismo procedimiento de adhesión del ionómero de vidrio descrito anteriormente para ambos grupos sustituyendo el tejido dentario por dentina y se llevó a cabo la prueba de adhesión a las 24 h. Finalmente se hicieron las observaciones al microscopio como se explicó anteriormente.

### 3.6 Resultados

Los resultados de las pruebas de esfuerzo, se muestran en la tabla 1 y gráfica 1, obteniendo para esmalte mayores valores promedio con 3.487 MPa. con el cemento convencional Gold label<sup>®</sup> II contra 2.376 MPa. del Gold label<sup>®</sup> II Lc. Sobre dentina se obtuvo un promedio de 1.019 MPa. con Gold Label<sup>®</sup> II y 1.048 MPa. con el cemento Glod label<sup>®</sup> II Lc mostrando ligeramente mayores valores el ionómero de vidrio híbrido.

| Grupo          | Promedio en MPa | Media | Desviación estandar |
|----------------|-----------------|-------|---------------------|
| Esmalte – Auto | 3.487           | 3.486 | 1.907               |
| Esmalte – Foto | 2.376           | 2.374 | 1.656               |
| Dentina- Auto  | 1.019           | 1.020 | 0.702               |
| Dentina – Foto | 1.048           | 1.047 | 1.152               |

Tabla 1. Promedio, media y desviación estándar.

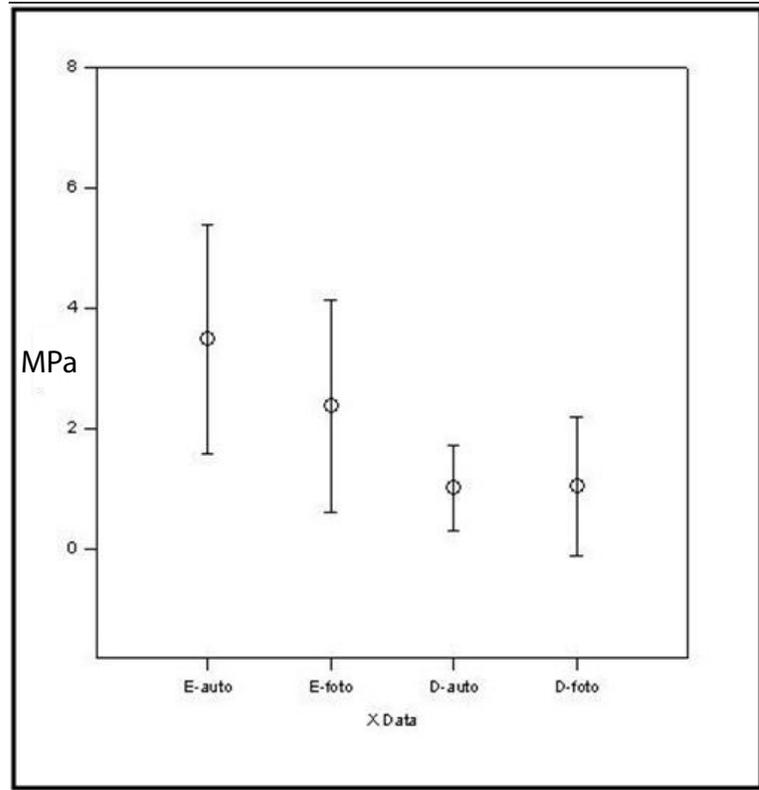


Gráfica 1. Se muestran los valores promedio.

Para analizar los resultados estadísticamente se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) y se encontraron diferencias significativas por lo que se hizo una comparación múltiple con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ) para determinar entre que grupos hubo diferencias (tabla 2 y gráfica 2).

| Comparación                   | Diferencia de medias | P < 0.05 |
|-------------------------------|----------------------|----------|
| Esmalte/Auto VS. Dentina/Auto | 2.465                | Si       |
| Esmalte/Auto VS. Dentina/Foto | 2.439                | Si       |
| Esmalte/Auto VS. Esmalte/Foto | 1.111                | No       |
| Esmalte/Foto VS. Dentina/Auto | 1.354                | No       |
| Esmalte/Foto VS. Dentina/Foto | 1.328                | No       |
| Dentina/Foto VS. Dentina/Auto | 0.0264               | No       |

Tabla 2.  
Prueba de Tukey (Comparación de grupos).



Gráfica 2. Se realizó una prueba ANOVA y se encontraron diferencias significativas.

Después de la observación al microscopio, detectamos que el 80% de las muestras de esmalte con Gold Label<sup>®</sup> II presentaron residuos de cemento, mientras que en el grupo de esmalte con Gold Label<sup>®</sup> II Lc se presentaron residuos en el 50% de las muestras.

De igual manera en el grupo de dentina con Glod Label<sup>®</sup> II, se observaron residuos de ionómero de vidrio en solo el 20% de las muestras y en el grupo de dentina con Gold Label<sup>®</sup> II Lc se observaron residuos en el 30% de las muestras (tabla 3).

| Muestra           | Esmalte<br>Auto | Esmalte<br>Foto | Dentina<br>Auto | Dentina<br>Foto |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1                 | Si              | Si              | Si              | No              |
| 2                 | Si              | Si              | No              | No              |
| 3                 | Si              | No              | No              | No              |
| 4                 | Si              | Si              | Si              | Si              |
| 5                 | Si              | No              | No              | Si              |
| 6                 | Si              | Si              | No              | No              |
| 7                 | No              | Si              | No              | No              |
| 8                 | Si              | No              | No              | No              |
| 9                 | No              | No              | No              | No              |
| 10                | Si              | No              | No              | Si              |
| <b>Porcentaje</b> | 80%             | 50%             | 20%             | 30%             |

Tabla 3. Tabla de comparación de residuos de cemento de ionómero de vidrio sobre tejido dentario.

Se determinó el tipo de falla, pudiendo ser ésta de tipo adhesivo (entre el cemento y el tejido dentario), cohesivo (falla meramente del cemento) o mixta. Donde encontramos para esmalte, en el grupo del cemento Gold Label<sup>®</sup> II (ácido-base) 8 fallas mixtas y 2 adhesivas, y en el grupo del cemento Gold Label<sup>®</sup> II Lc (fotopolimerizable) 5 fallas mixtas y 5 adhesivas.

En las muestras de dentina con el ionómero Gold Label<sup>®</sup> II, se encontraron un total de 2 fallas mixtas y 8 adhesivas, y en el ionómero de vidrio Gold Label<sup>®</sup> II Lc encontramos 3 fallas mixtas y 7 adhesivas.

No se encontró ninguna falla totalmente cohesiva, ya que en ninguna muestra, se encontró la totalidad del área de prueba con restos de cemento (tabla 4).

| Muestra | Esmalte<br>Auto | Esmalte<br>Foto | Dentina<br>Auto | Dentina<br>Foto |
|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1       | Mixta           | Mixta           | Mixta           | Adhesiva        |
| 2       | Mixta           | Mixta           | Adhesiva        | Adhesiva        |
| 3       | Mixta           | Adhesiva        | Adhesiva        | Adhesiva        |
| 4       | Mixta           | Mixta           | Mixta           | Mixta           |
| 5       | Mixta           | Adhesiva        | Adhesiva        | Mixta           |
| 6       | Mixta           | Mixta           | Adhesiva        | Adhesiva        |
| 7       | Adhesiva        | Mixta           | Adhesiva        | Adhesiva        |
| 8       | Mixta           | Adhesiva        | Adhesiva        | Adhesiva        |
| 9       | Adhesiva        | Adhesiva        | Adhesiva        | Adhesiva        |
| 10      | Mixta           | Adhesiva        | Adhesiva        | Mixta           |

Tabla 4. Comparación del tipo de falla.

#### 4. DISCUSIÓN

El cemento de ionómero de vidrio presenta cualidades como baja erosión ácida después de 24 h, CELT similar al diente, liberación de fluoruros que le confiere una actividad anticariogénica y resistencia a la compresión adecuada según la norma No 96 de la A.D.A, sin embargo, ésta no menciona requisitos mínimos con respecto a la adhesión a tejidos dentarios.

En este estudio comparamos el esfuerzo de adhesión de un ionómero de vidrio de reacción ácido-base contra uno fotopolimerizable sobre esmalte y dentina, obteniendo diferentes valores, los más altos para esmalte fueron con el cemento de reacción ácido-base, con un promedio de 3.487 MPa. contra 2.376 MPa. del cemento adicionado con resina. Con respecto a la dentina los valores más altos los obtuvimos con el ionómero de vidrio adicionado con resina con 1.048 MPa. contra 1.019 MPa. del reacción ácido-base. No encontrando diferencia significativa en el caso de la dentina.

En este estudio nosotros observamos que el cemento de reacción ácido-base presento mayores valores para esmalte comparado con dentina, lo que nos hace pensar que este comportamiento se debió a la mayor cantidad de sustancia inorgánica contenida en el esmalte. Nosotros pensamos que la adhesión específica fue mayor por este motivo, comparándola con los resultados obtenidos con el ionómero de vidrio fotopolimerizable.

En un estudio realizado por Carvalho, Amerongen, Gee, y cols<sup>15</sup>, compararon 3 ionómeros de vidrio con reacción ácido-base y encontraron valores que van desde los 4 a los 6.4 MPa. Los valores reportados en este estudio son superiores a los reportados por nosotros posiblemente debido a que ellos acondicionaron la superficie de esmalte con ácido poliacrílico durante 10 segundos, lo cual pudo haber modificado la superficie favoreciendo así la adhesión específica y la traba mecánica.

Los resultados obtenidos para dentina, aunque no presentaron diferencias significativas fueron más altos para el ionómero de vidrio fotopolimerizable lo que nos hace suponer que este resultado se debió al contenido de resinas hidrofílicas dentro de su composición. Al no haber realizado un acondicionamiento de la superficie dentinaria, los valores se vieron disminuidos, ya que en estudios realizados por Carvalho y cols<sup>15</sup> y Cardoso y cols<sup>16</sup> se demuestra un aumento en los valores de esfuerzo de adhesión.

En cuanto a la naturaleza de la falla, al igual que el estudio de McCabe John F,<sup>17</sup> no encontramos ninguna falla totalmente cohesiva, aunque sí encontramos fallas mixtas, sin preparar la superficie de esmalte y dentina con ácidos grabadores.

Lin A y NS McIntyre<sup>18</sup> mencionan en su estudio que al existir adhesión química a la superficie dentaria, la cohesión del cemento será más débil que la adhesión entre las dos superficies.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se sugiere llevar a cabo una valoración de adhesión similar, con las mismas marcas de ionómero de vidrio, acondicionando las superficies dentales con ácido poliacrílico.

## **5. CONCLUSIONES**

En este estudio, no se cumplió la hipótesis ya que obtuvimos mayores valores de esfuerzo de adhesión en esmalte con el cemento de ionómero de vidrio reacción ácido-base que con el adicionado con resina. No siendo así para la dentina, donde fueron mayores los valores con el cemento adicionado con resina que con el de reacción ácido-base.

En el caso del cemento de ionómero de vidrio fotopolimerizable, es necesario contar con la habilidad suficiente para lograr realizar la mezcla del polvo con el líquido en los tiempos que marca el fabricante ya que si estos tiempos se exceden la mezcla queda demasiado espesa o grumosa y se pierde la posibilidad de conseguir la adhesión a los tejidos dentarios

La adhesión química que poseen los ionómeros de vidrio es una propiedad que debe de ser tomada en cuenta ya que no solo funciona para evitar el desalojamiento del material, sino que ayuda a evitar la microfiltración.

## Referencias bibliográficas

1. Barrancos Mooney J, Barrancos P. Operatoria dental Integración clínica 4ª ed. Ed.I Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 2006. Pp. 567-577, 635-655.
2. Guzmán Báez Humberto José. Biomateriales odontológicos de uso clínico 4ª ed. Ed. ECOE. Bogotá, Colombia. 2007. Pp. 86-113.
3. Carrillo Sánchez Carlos. Actualización sobre los cementos de ionómero de vidrio, 30 años (1969-1999). Revista ADM Vol LVII, No 2, Marzo-Abril. 2000. Pp. 65-71.
4. Joubert R, Dell Acqua A, Espinosa R, Guzmán H, Novero L, Horacio H, et al. Odontología adhesiva y estética. Ed. Medica Ripano. Madrid, España. 2009. Pp. 11-19, 77-94.
5. Barceló F H, Palma J M. Materiales dentales, conocimientos básicos aplicados. 3ª ed. Ed. Trillas. México. 2008. Pp. 97-102, 27-32.
6. Cova N Jose Luis. Biomateriales dentales. 2ª ed. Ed. Amolca. Caracas, Venezuela. 2010. Pp. 193-138.
7. Phillips Ralph W. La ciencia de los materiales dentales de Skinner. 9ª ed. Ed. Interamericana-Mc Graw Hill. México. 1993. Pp. 11-28, 468-483.
8. Davidson Carel Leon. Advances in glass-ionomer cements. J. Appl. Oral Sci. 2006. Vol 14.
9. Barcena V, González J. Historia y actualización del ionómero de vidrio (revisión bibliográfica). México. Ed. Independiente, 2006 Pp. 15-72.
10. Mount Graham J. Atlas practico de cementos de ionómero de vidrio, Guía clínica. Ed. Salvat. Barcelona, España. 1990. Pp. 1-24, 34-64, 113-119.
11. Craig R G, Hanks C T, Kohn D H, Koran A, O'Brien W J, Powers J M, et al. Materiales de odontología restauradora. 10ª ed. Ed. Harcourt brace. Michigan EUA. 1998. Pp. 21-28, 192-195.

12. Steenbecker O, Garone, da Souza C, Uribe J, Nuñez N, Priotto E. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Ed. Universidad de Valparaiso. Valparaiso, Chile. 2006. Pp. 167-181, 185-187, 327-350.
13. Magni E, Ferrari M, Hickel R, Ilie Nicoleta. Evaluation of the mechanical properties of dental adhesives and glass-ionomer cements. Clin Oral Invest. 2010. 14. Pp 79-87.
14. Macchi Ricardo Luis. Materiales dentales. 4ª ed. Editorial medica panamericana. Buenos Aires, Argentina. 2007. Pp. 149-156.
15. Carvalho T S, van Amerongen W E, de Gee A, Bonecker M, Sampaio F C. Shear bond strengths of three glass ionomer cements to enamel and dentine. E pub ahead to print. 2010.
16. Cardoso M V, Delmé K I, Mine A, Almeida A, Coutinho E, De Moor R J, Van Meerbeek B. Towards a better understanding of resin-modified glass-ionomers by bonding to differently prepared dentin. J.dent Belgica. 2010. Vol 38 (11). Pp 921-929.
17. Mc Cabe John F. Resin-modified glass-ionomers. Biomaterials 19. 1998. Pp 521-527.
18. Lin A, McIntyre N S, Davidson R D. Studies of the adhesion of Glass-ionomer Cements to Dentin. J Dent Res 1992. 71: 1836.