



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

IONÓMEROS DE VIDRIO REFORZADOS CON METAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE CIRUJANA DENTISTA PRESENTA

MIRIAM ESTELA MENDOZA BALTAZAR

DIRECTOR: C.D. MARCELO YOLLI SATO SATO.

ASESOR: C.D. GASTON ROMERO GRANDE



MEXICO, D. F.

2002.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la fuerza en todo momento y permitir la realización de mi sueño...

A mi mamá por tanto amor, por todo el esfuerzo, dedicación y confianza... esto es también tuyo...

A mi hermana Mary por no dejarme sola nunca, por ser mi apoyo incondicional y por todo el entusiasmo, mil gracias...

*A ti papá por darme la vida,
A mis hermanos Moy, Rafa y Marco por cuidar y apoyar mis decisiones.*

A mis tíos, en especial a Carmen, Manuel, Fabian y Chira, por haber creído en mí.

Al mejor equipo: Belém, Ara y Sandy, mis amigas.

A la Universidad que me abrió sus puertas y a todos los profesores que me formaron.

Miriam Estela Mendoza Baltazar

INDICE

Introducción.

Objetivos

2.1. general.

2.2. específico

1. Historia de los ionómeros de vidrio.....	1
2. Composición.....	3
2.1. Polvo.	
2.2. Líquido	
2.3. Fenómeno del fraguado.	
2.4. Tiempo del fraguado.	
3. Clasificación de los sistemas de ionómero de vidrio.....	6
4. Propiedades.....	7
4.1 Físicas	
• Estructura.	
• Adherencia y fuerza de adhesión.	
• Absorción de agua y solubilidad.	
• Viscosidad	
• Dilatometría térmica.	
4.2 Propiedades óptimas.	
4.3 Propiedades mecánicas.	
➤ Resistencia a la compresión.	
➤ Resistencia a la tracción.	
4.4 Propiedades químicas.	
4.5 Propiedades biológicas.	
❖ Tolerancia	
❖ Poder cariostático	

5. Indicaciones de uso.....	11
6. Ionómeros de vidrio modificados con metal.....	13
6.1 Ionómero de vidrio con aleación de amalgama.	
6.2 Ionómeros cermet.	
7. Manipulación.....	23
8. Estudios comparativos.....	26
9. Marcas comerciales.....	34

Conclusiones.

Bibliografía.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, dentro del grupo de los cementos, los que se utilizan con mayor frecuencia son los cementos de ionómeros de vítreo.

El ionómero de vidrio representa un avance importante en la práctica odontológica, ya que por sus propiedades físicas, químicas, biológicas y mecánicas, tiene varios usos clínicos y reúne características ideales como material de restauración, protección pulpar o como medio cementante.¹

El líquido es una solución acuosa de un ácido polialquenoico. Como en esa solución el ácido está ionizado, puede considerarse que contiene el ion de un polímero o, juntando ambos términos, un ionómero que es una de las palabras utilizadas para denominar a este material.

La segunda palabra, vítreo, proviene de la estructura del polvo con el cual el líquido se combina para formar la mezcla y utilizarlo. Se trata de una estructura cerámica amorfa, conocida como vidrio. Esto indica una diferencia sustancial con los cementos basados en óxido de zinc. Este último fue descrito como una estructura multicristalina y por ello opaca. Una estructura vítrea, por el contrario, puede ser transparente o translúcida.²

Recientemente se ha procedido a mezclar el ionómero de vidrio con aleación metálica, obteniendo así las mezclas de ionómero de vidrio-metal, mantienen muchas propiedades favorables de los ionómeros.

¹ *Revista ADM*, Vol. LVI, No. 5, Septiembre-Octubre, 1999, pp. 177-181.

² *Materiales Dentales*, Macchi Ricardo, 3ra edición, Editorial Panamericana, Buenos Aires, Argentina, 2000, pp. 137-143.

A estos materiales se les ha llamado mixturas, algunos profesionales que han utilizado ésta combinación han denominado al material resultante mezcla milagrosa, no contiene mercurio, es carioestática y otras propiedades deseables de los ionómeros de vidrio restauradores.

Producto de recientes investigaciones, son los nuevos ionómeros, cuyo relleno está formado por una sinterización de metal y vidrio y que se denominan cermets.

Los ionómeros cermets se preparan por sinterización (a 800°C) de aglomerados formados de una mezcla de polvo de metal fino y polvo de vidrio que desprende iones. Con este proceso se obtienen partículas en las que el metal y el vidrio están a su vez fusionados. Los metales más apropiados son el oro y la plata.

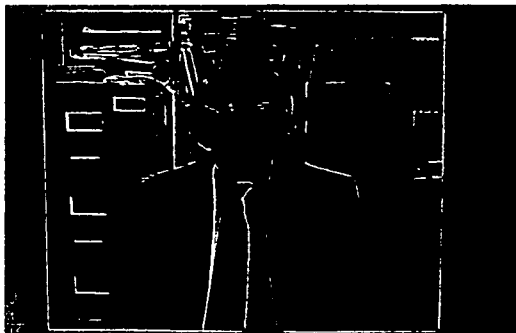
Los ionómeros cermets están indicados como bases, o restauraciones oclusales pequeñas y preparaciones en tunnel, sellantes, reconstrucción de coronas en áreas de bajo soporte de carga, restauraciones de dientes temporales y para preparación de pilares de sobredentaduras.³

³ *Odontología Estética*, Harry F. Albers. Ed. Labor, Barcelona España, 1991, pp. 14-17.

1. HISTORIA DE LOS IONÓMEROS DE VIDRIO

La invención del ionómero de vidrio en 1969 fue el resultado de un programa de trabajo en el Laboratory of the Government Chemist para eliminar algunas de las deficiencias de los cementos de silicato.

Los ionómeros de vidrio fueron desarrollados por Wilson y Kent y guardan relación con los sistemas basados en polielectrólitos ácidos. Como el cemento de policarboxilato de zinc desarrollado por Dennis Smith. Los descubrimientos de Smith dieron lugar a los poliácidos, que se utilizarían más tarde para reemplazar el ácido fosfórico que forma parte de los sistemas de silicatos.



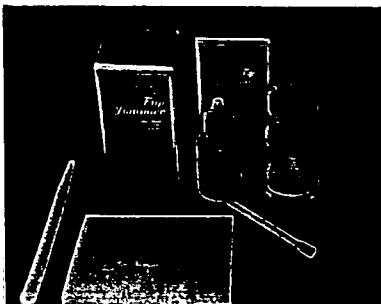
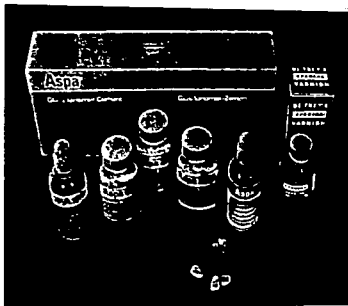
Dr. Wilson (en el Laboratory of the Government Chemist)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los ionómeros de vidrio se han utilizado en Europa, desde 1975, como restauradores de tipo II.

En 1977 fueron introducidos en los Estados. El primer ionómero de este tipo fue manufacturado por De Trey (una división de Dents y Ltd, Weybridge, UK) con el nombre comercial de Aspa, que es una abreviatura de Aluminio-Silicate-Poly Acrylate (poliacrilato de aluminio silicato).¹

Se trataba de un material opaco e inestético cuyas propiedades físicas estaban entre las de los silicatos y los composites. El primer ionómero de vidrio restaurador estéticamente aceptable fue comercializado por la G.C Internacional (en Japón) como Fuji II, que además presentaba una mejora en las propiedades físicas sobre los materiales precedentes.²



¹ *Ibid.*, pp 14-17

² Harry F. *op. cit.*, pág. 14-17.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2. COMPOSICIÓN

2.1. POLVO

El polvo es un vidrio molido basado en sílice y alúmina para lograr la fusión de sílice y alúmina se incorporan otras sustancias conocidas como fundentes, pueden ser diversas pero resultan adecuados algunos fluoruros.

Es un silicato complejo de alúmina y de calcio.

2.2. LÍQUIDO

Es esencialmente una solución acuosa de un homopolímero de ácido acrílico, a la que los fabricantes añaden algunas veces ácido itacónico, ácido tártrico, otras veces también el ácido polimaleico reemplaza al ácido poliacrílico. En algunos productos, el ácido está liofilizado (congelado-secado) y aparece incorporado al polvo. El líquido es entonces agua destilada.

Composición del Ionómero de vidrio.

<i>POLVO</i>	<i>LÍQUIDO</i>
SiO ₂	Ácido poliacrílico
Al ₂ O ₃	Ácido tartárico
CaF ₂	Ácido itacónico
CaF ₂	Ácido maleico
FIF ₃	
AlPO ₄	
NaF	Agua

2.3.FENÓMENO DEL FRAGUADO.

Al mezclar el líquido con el polvo, se produce una masa plástica que se endurece en poco tiempo: es el fenómeno del fraguado.

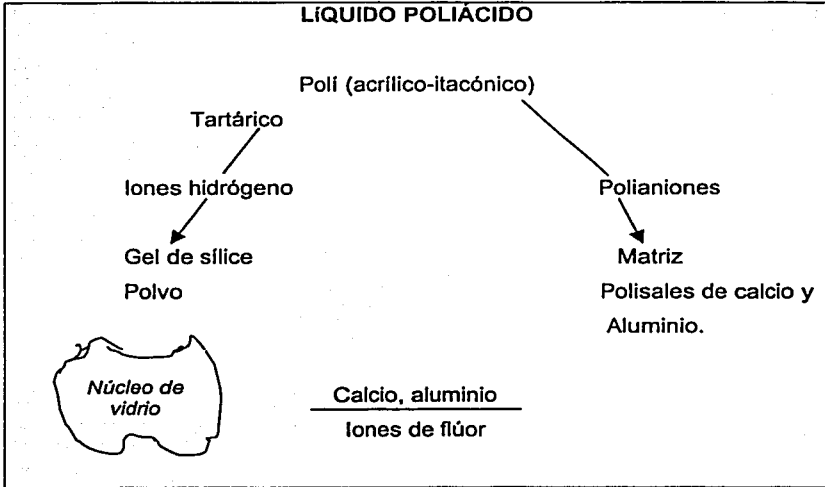
El fraguado, fenómeno complejo, resulta de una reacción de polimerización entre los iones de vidrio libres y una solución acuosa de ácido acrílico homopolimerizado o copolimerizado. La reacción de fraguado se hace en dos tiempos:

- *En el primer tiempo:* Los iones calcio se unen a las cadenas de poliacrilato dando un gel plástico.

- *En un segundo tiempo:* Los iones aluminio se unirán a su vez, y el cemento se endurece hasta adquirir la consistencia de "piedra".³

³ *Manual de Biomateriales Dentarios*, Burdairón Gerald, Ed. Masson, 1ª edición, 1991.

Fenómeno del fraguado



Cuando el líquido se pone en presencia del polvo, los iones hidrogeno del ácido acrílico atacan la periferia de los granos de polvo y transforman el silicato de aluminio en un gel silícico hidratado por desplazamiento de los iones calcio y aluminio. Estos cationes, bien en su forma simple, bien en su forma compleja permitirán un entrecruzamiento de las cadenas más largas cargadas de iones policarboxilato, gracias a la formación de sales metálicas, y secundariamente, por tanto, provocar el endurecimiento del gel. La trivalencia del aluminio asegura un entrecruzamiento más sólido que el calcio bivalente, al mismo tiempo que explica una reacción de fraguado más lenta debido a la dificultad de encontrar enlaces libres disponibles.

2.4. TIEMPO DE FRAGUADO.

El tiempo de fraguado máximo a 37°C es de 7 minutos 30 segundos para el tipo 1 y de 5 minutos para el ipo 2. Comprende a su vez, el tiempo de trabajo, durante el cual el cemento puede ser condensado como una amalgama, lo que corresponde al primer tiempo de la reacción con el intercambio de iones calcio y el tiempo de endurecimiento hasta la consistencia de "piedra" con el intercambio de iones aluminio. El tiempo de trabajo mínimo es de 2 min para el tipo 1 y de 1min 45 segundos para el tipo 2.

3. CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE IONÓMERO DE VIDRIO.

La clasificación de los ionómeros de vidrio se basan de acuerdo a su aplicación clínica en lo siguiente:

Tipo I. Agentes cementantes.

Tipo II. Materiales de restauración.

1. Estéticos
2. Reforzados
 - a) Cemento con mezcla de aleación de plata
 - b) Cementos Cermet.

Tipo III. Materiales de fraguado rápido.

1. Recubrimientos (liner)
2. Base
3. Selladores de fosetas y fisuras.

Existen dos tipos de presentaciones de los distintos materiales de ionómero de vidrio:

- Polvo-líquido (manual)
- En cápsulas (mecánica)⁴

4. PROPIEDADES

4.1. FÍSICAS

- **ESTRUCTURA:** Es una estructura de tipo material compuesto, en la que la matriz es una sal compleja de poliacrilato de calcio y de poliacrilato de aluminio, mientras que el relleno está constituido por partículas de polvo de vidrio envueltas en un gel silícico que ha perdido sus cateones. Los radicales carboxílicos COOH están ligados al conjunto mediante una cadena carbonada covalente. La unión C=C es impermeable al ataque de los ácidos -tales como los de placa- que sólo pueden destruir ciertos entrecruzamientos de cadenas y provocar la pérdida de algunos cationes metálicos, lo que apenas afecta las propiedades mecánicas.
- **ADHERENCIA Y FUERZA DE ADHESIÓN:** Se admite que la adherencia de estos cementos resulta de interacciones iónicas dipolares, ya que tanto el cemento como el sustrato tienen, por sí mismos, naturaleza polarizada. Gracias a sus numerosos radicales carboxílicos COOH disponibles, el cemento, aún fluido, puede adherirse al sustrato por un puente de hidrógeno que acentúa el poder humectante del sustrato esmalte-dentina (colágeno) y también por

⁴ *Revista ADM*, Vól. LVII, No. 2, Marzo-Abril, 2000 pp. 65-71.

uniones matáticas más fuertes (Calcio concretamente). La adherencia mejora por grabado con una solución de ácido poliacrílico al 40% durante 10 segundos seguido de un lavado de agua. (McLean y Wilson).

- **ABSORCION DE AGUA Y SOLUBILIDAD:** La afinidad por el agua varía del 0,4 al 0,9 en 24 horas (la contaminación precoz por la humedad (10 primeros minutos) conlleva la fragilidad del cemento. La deshidratación produce el mismo efecto, lo cual implica fisuras y resquebrajaduras). Su resistencia a la corrosión por los ácidos débiles de la placa es buena y el porcentaje de erosión no debe sobrepasar. El cemento se adhiere mejor al esmalte (3,8 Mpa) que la dentina (2,4 Mpa). La fuerza de adhesión es comparable a la de ciertos agentes adhesivos dentinarios (3-6 Mpa): el colágeno contiene algunas cadenas de radicales carboxílicos y aminados, que proporcionan lugares de interacción iónica dipolares propicios a la adhesión el 1% al cabo de 7 días a pH 4, para el tipo 1, y el 0,7% para el tipo 2.
- **VISCOSIDAD:** Para un cementado el espesor de la película no debe ser superior a 25 nm.
- **DILATOMETRIA TERMICA:** Las variaciones térmicas engendran pocas modificaciones en medida en que la capa intermedia del gel de sílice hidrogenado, que rodea las partículas, desempeñan el papel de amortiguador y su coeficiente de dilatación térmica es próximo al del diente. En cuanto a su conductividad térmica es muy baja.

4.2. PROPIEDADES ÓPTICAS

Son insuficientes por el hecho de la disparidad de los índices de refracción de la matriz y del relleno, ligados al tamaño de las partículas. La translucidez es muy inferior a la de los "composites" actuales. Calculada a partir de la relación de contraste de luminancia $C_{0,70}$, su opacidad debe estar comprendida entre 0,35 y 0,90 para los cementos de restauración (tipo 2). Recuérdese que la relación de contraste de luminancia $C_{0,70}$ es la relación entre la luz reflejada por la probeta sobre un fondo negro y la luz reflejada por la probeta sobre un fondo blanco que tiene un factor de reflexión del 70%.

4.3. PROPIEDADES MECÁNICAS.

- **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:** Al cabo de 24 horas no debe ser inferior a 65 Mpa para los cementos tipo 1 y de 125 Mpa para los de tipo 2.

- **RESISTENCIA A LA TRACCIÓN:** Diametral al cabo de 24 horas no debe ser inferior a 6 Mpa para los cementos de tipo 1 y de 10 Mpa para los de tipo 2.

4.4. PROPIEDADES QUÍMICAS

El contenido en arsénico soluble en medio ácido no debe sobrepasar los 2 mg/kg y el contenido en plomo ser inferior a 50 mg/kg.

Recordaremos que los poliacrilatos raccionan con la apatita por desplazamiento de los iones de calcio y de fosfato, y como en los cementos de policarboxilato, pueden adherirse a la dentina y al esmalte (Wilson).

4.5. PROPIEDADES BIOLÓGICAS.

- ❖ **TOLERANCIA.** La irritación de la pulpa y la dentina es comparable a la de óxido de zinc-eugenol. es decir del mismo tenor que la de los policarboxilatos (Plant y Rowe). Según Peters y col; el ácido poliacrílico y sus derivados son ácidos débiles, y la difusión de los poliácidos en los tubulos está limitada por su alto peso molecular y el entrecruzamiento de las cadenas polimerizadas. Incluso en estado libre, los iones hidrogeno tienden a quedar fijados a la cadena polianiónica mediante fuerzas electroestáticas, y son menos lábiles que los iones asociados a aniones más simples, tales como los fosfatos. En las cavidades profundas se puede poner un fondo protector de hidróxido de calcio, pero esto reducirá la adherencia. En el caso de los cementados, es posible observar, a veces, una sensibilidad, que puede ser moderada a severa, cuya causa no está claramente explicada; según D.C Smith, se debe al bajo pH al comienzo de la reacción de endurecimiento.
- ❖ **PODER CARIOSTÁTICO:** El fluoruro de calcio contenido en la matriz es susceptible de liberar iones flúor, que pueden intercambiarse con los radicales hidroxilos de los cristales de la apatita del esmalte superficial. y esto, por tanto, como ya se ha visto, es mejor que la adherencia cemento-esmalte dental, que se hace mediante uniones iónicas polares.⁵

⁵ *Manual de Biomateriales Dentarios*, Burdairó- Gerald, Ed. Masson, 1ª edición 1991.



5. INDICACIONES DE USO.

Si se colocan adecuadamente las restauraciones de ionómeros de vidrio son en ciertos aspectos prometedoras. Las ventajas de las restauraciones de ionómero de vidrio son principalmente su efecto de resistencia a la aparición de caries recurrente y que tienen la capacidad de formar una unión química con la estructura dentaria. Son biológicamente compatibles con el tejido pulpar. Su coeficiente de expansión térmica es similar al de la dentina.

Las desventajas de los ionómeros de vidrio restauradores radican precisamente en su gran sensibilidad a la humedad y a la deshidratación durante el período inicial de colocación, no alcanzan una estética óptima, presentan baja resistencia a las fuerzas de tracción, pobre resistencia en los márgenes y baja resistencia también a las fuerzas de compresión, desgaste en los contactos oclusales bastante pobre, son susceptibles de erosión química y desgaste de superficie, y su sellado marginal no es tan bueno como el que se consigue con el composite.

Las ventajas de los ionómeros de vidrio son únicas entre los materiales dentales de restauración. En especial, algunas de sus importantes propiedades los convierten en los materiales más apropiados para ciertos tipos de situaciones clínicas.

Pueden ser utilizados en cualquiera de las siguientes situaciones clínicas:

1. Erosiones.
2. Cavidades linguales.
3. Sellados de fisuras.
4. Cementado y fijación.

5. Reparación de márgenes defectuosos en prótesis de coronas. Los ionómeros de vidrio son los únicos materiales de restauración efectivos para estos propósitos. Las amalgamas se corroerán y las resinas filtrarán en la interfase de metal.
6. Cementado de postes.
7. Dientes temporales anteriores y posteriores. Es difícil conseguir un grabado ácido efectivo del esmalte deciduo. Sin embargo el tiempo de fraguado de los ionómeros puede ser inconveniente en los pacientes infantiles. En algunos informes se indica que estos materiales pueden perdurar alrededor de cinco años en zonas oclusales de los dientes temporales (M. Yardley, 1984). Otros estudios concluyen que cuando se utilizan los ionómeros en regiones posteriores, el porcentaje de fallos es del 91% en un periodo de 12 meses (A. Fuks, 1984). Si se quieren utilizar los ionómeros en áreas posteriores en dentición temporal, los más apropiados son sin duda los ionómeros-metal, ya que presentan mejores propiedades físicas que el resto de los sistemas de ionómeros de vidrio.
8. Reparación temporal de dientes traumatizados.
9. Abfracciones.⁶



⁶ Harry F., *op. cit.* pág. 14-17.



6. IONÓMEROS DE VIDRIO MODIFICADOS CON METAL.

Recientemente se ha procedido a mezclar el ionómero de vidrio con aleación de amalgama, obteniendo así las mezclas de ionómero vidrio-metal, esto se lleva a cabo incorporando polvo de amalgama en un 12 a 14% por volumen al polvo de ionómero.

La mezcla se efectúa en una loseta de vidrio con una espátula rígida. El polvo resultante se mezcla rápidamente con el líquido que acompaña al ionómero hasta conseguir una mezcla bastante espesa de consistencia de masilla. La mezcla se condensa sobre el diente manualmente o utilizando una matriz en forma de corona. El material resultante fraguará muy rápidamente y puede ser recortado transcurrido tres minutos (J. Simmons). El acondicionamiento del diente con ácido poliacrílico, lavar con agua y secar antes de colocar el ionómero supone una mejora reciente de esta técnica (G: Christensen). De este modo, el ácido poliacrílico actúa como agente de unión entre la dentina y la mezcla seca de ionómero de vidrio.

En la literatura dental, a estos materiales se les ha llamado mixturas. En los Estados Unidos, algunos profesionales que han utilizado esta combinación han denominado al material resultante Mezcla milagrosa (J. Simmons fue el primero en llamarla así). Estos clínicos ha menudo sustituyen la amalgama y el composite por esta mezcla, porque no contiene mercurio, es cariostática, posee mejores propiedades de manipulación y tiene todas las otras propiedades deseables de los ionómeros de vidrio restauradores.

Las mayores desventajas de las mezclas de ionómero de vidrio-metal derivan de la dificultad para lograr una mezcla homogénea de la plata y el vidrio en toda la restauración, y además, estas partículas metálicas no quedan bien unidas con el material una vez fraguado. Esto puede dar como resultado la erosión y mayor desgaste debido al desprendimiento de partículas metálicas de la superficie, a causa de su pobre fijación. La sensibilidad de la superficie a la humedad en el período inicial puede generar algunos problemas clínicos.

Sin embargo, puede reducirse la sensibilidad a la humedad utilizando mezclas más densas, debido a que fraguan en un período de tiempo más corto. El material obtenido tiene solamente un tercio de la resistencia a la tracción que tiene la amalgama. Las mezclas de ionómero vidrio-metal están contraindicadas en grandes restauraciones en áreas posteriores, en los dientes que suelen estar sometidos en su función a un fuerte desgaste. Estos materiales, si son sometidos a cargas excesivas, pueden desarrollar también fracturas por fatiga.

Estos materiales todavía deben investigarse más a fondo, para poder determinar en que circunstancias deben utilizarse. Por ahora, los primeros resultados clínicos son prometedores.⁷

6.1 IONÓMERO DE VIDRIO CON ALEACIÓN DE AMALGAMA

La capa de los cementos de ionómero de vidrio es rígida y por esto no resiste las concentraciones de alta tensión. No son tan resistentes al desgaste como otros materiales estéticos, como los compuestos y cerámicas.

Los ionómeros de vidrio se han modificado por inclusión de partículas de relleno de metal, en un intento de mejorar la resistencia, el endurecimiento y la resistencia al desgaste. Se emplean dos métodos modificados. El primero es de la mezcla del polvo de la aleación de amalgama de plata esférica con el polvo de ionómero de vidrio tipo II. Este cemento se refiere como **adición de aleación de plata**. El segundo sistema implica la fusión del polvo de vidrio a las partículas de plata a través de la incrustación a temperaturas altas de la mezcla de los dos polvos. Este cemento se conoce como **cermet**.

Los cementos modificados de metal se basan en estos dos sistemas disponibles en el comercio.⁸

El ionómero de vidrio con aleación de amalgama, se lleva a cabo incorporando aleación de amalgama en un 12 a 14% por volumen al polvo de ionómero. La mezcla se efectúa en una loseta de vidrio con una espátula rígida. El polvo resultante se mezcla rápidamente con el líquido que acompaña al ionómero hasta conseguir una mezcla bastante espesa de consistencia de masilla. La mezcla se condensa sobre el diente

⁷ Harry *op cit.*, pág. 14-17.

⁸ *Manual de Biomateriales Dentarios*, Burdairón Gerald, Ed. Masson, 1ª edición 1991.

manualmente o utilizando una matriz en forma de corona. El material resultante fraguará muy rápidamente y puede ser recortado transcurridos tres minutos. (J. Simmons).

A menudo sustituyen la amalgama y el composite por esta mezcla, porque no contiene mercurio.

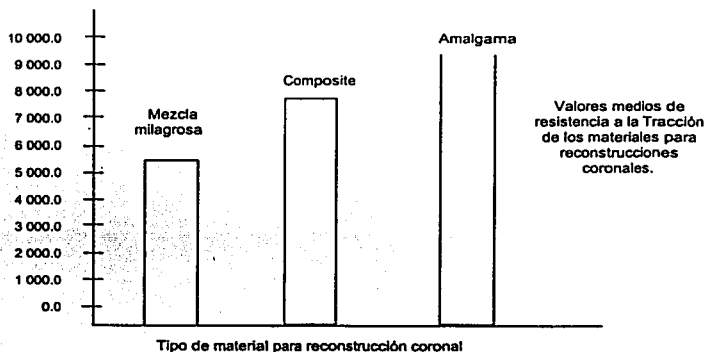
Las mayores desventajas de las mezclas de ionómero de vidrio con metal derivan de la dificultad para lograr una mezcla homogénea de la plata y el vidrio en toda la restauración, y además estas partículas metálicas no quedan bien unidas con el material una vez fraguado. Esto puede dar como resultado la erosión y mayor desgaste debido al desprendimiento de partículas metálicas de la superficie, a causa de su pobre fijación.

Las mezclas de ionómero y metal han sido muy populares también para la reconstrucción de muñones y coronas. En el laboratorio se ha demostrado que al añadir polvo de aleación al cemento de ionómero de vidrio se mejora su resistencia a la tensión y a la compresión, además de su fuerza cohesiva de unión con los dientes y su solubilidad.⁹

No obstante, el material obtenido tiene solamente un tercio de la resistencia a la tracción que tiene la amalgama.

⁹ Harry F., *op. cit.* pág. 14-17.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE MATERIALES PARA RECONSTRUCCIÓN



Debido a la baja resistencia a las fuerzas de tensión, es mejor restringir el uso de las mezclas ionómero-metal para restauraciones en áreas de bajo soporte de carga y reconstrucciones de corona que reemplacen sólo el 40% o menos del diente.

Actualmente, algunos fabricantes han comercializado este tipo de material en forma de sistemas polvo-líquido:

Fuji II Lumi Alloy por G-C contienen un polvo de aleación de estaño-plata-cobre mezclado de ionómero restaurador Fuji II.

Las mezclas de ionómero vidrio-metal están contraindicadas en grandes restauraciones en áreas posteriores en dientes que suelen estar sometidos en su función a un fuerte desgaste. Estos materiales, si son sometidos a cargas excesivas, pueden desarrollar también fracturas por fatiga.

Estos materiales todavía deben investigarse más a fondo, para poder determinar en qué circunstancias deben utilizarse.

Por ahora, los primeros resultados clínicos son prometedores.¹⁰

6.2 IONÓMEROS CERMET

Producto de recientes investigaciones llevadas a cabo por Mc Lean y Gaser son los nuevos ionómeros, cuyo relleno está formado por una sinterización de metal y vidrio que se denominan **cermets**

Estos materiales se desarrollaron en un intento de mejorar la unión entre el relleno metálico y el polvo de vidrio del ionómero.

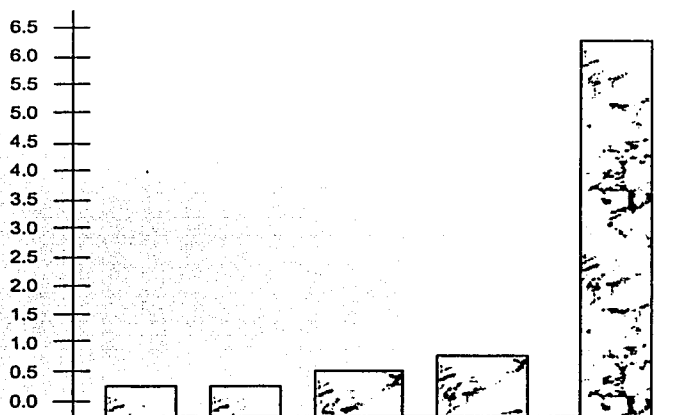
Los ionómeros cermet se preparan por sinterización (a 800°C) de aglomerados formados de una mezcla de polvo de metal fino y polvo de vidrio que desprende iones.

La mezcla vidrio-metal semicalcinada es molida hasta convertirse en un polvo fino. Con este proceso se obtienen partículas en las que el metal y el vidrio están a su vez fusionados. La unión entre el metal y el vidrio da como resultado un sellado muy semejante al de la porcelana fundida sobre el metal.

¹⁰ Harry F. Albers, *op. cit.*, pp. 14-17.

Las partículas resultantes de metal fundido a vidrio pueden reaccionar con los poliácidos líquidos, como el acrílico, maleico y tartárico para formar el material de restauración. Estos materiales son más duraderos y presentan una mejor resistencia al desgaste si se les compara con las mezclas simples de ionómero-metal o con los ionómeros restauradores. Los metales más apropiados para ser incluidos en los cermets son el oro y la plata.¹¹

Pérdida de Material en Pruebas de desgaste simuladas.



Este sistema implica la fusión del polvo de vidrio a las partículas de plata a través de la incrustación a temperaturas altas de la mezcla de los dos polvos. Este cemento se conoce como cermet.

¹¹ Harry F. Albers, *op. cit.* pp.14-17.

La micrografía del polvo de cermet con microscopio electrónico muestra que las partículas del polvo de plata se fijan a la superficie de las partículas de polvo del cemento.

Dentro de las propiedades generales en unas muestras que comparan la relativa dureza del cermet, la adición de cemento a la aleación de plata, un cemento convencional, una resina y una amalgama. Indican que los rellenos metálicos tienen poca o ninguna influencia en las propiedades mecánicas.

Las muestras extendidas de los materiales de restauración fueron sometidas a la acción de deslizamiento de un cilindro de hidroxiapatita sintética bajo estímulo oclusal cargado por numerosos ciclos, y se midió el volumen del material de restauración desalojado durante la prueba.

A continuación se presentan los valores del desgaste medido:

Material perdido durante uso oclusal simulado

	Cambio volumétrico * (cm ³)
Amalgama	0.2
Compuesto convencional	0.4
Ionómero de vidrio	6.0
Cermet	0.3

* Volumen del material removido cuando las muestras se giran contra el cilindro de hidroxiapatita sintético a 2 500 ciclos.¹²

¹² *Revista ADM*, Vol. LVII, No. 2, Marzo-Abril, pp. 65-71.

Se han realizado estudios previos con respecto a la resistencia del cemento de ionómero de vidrio convencional, para ver si de verdad se mejoraban las propiedades al adicionar partículas matálicas, y los resultados han sido diferentes.

Se ha investigado el efecto de la adición de aleación de plata en la resistencia compresiva, la cual se encuentra determinada por el tamaño de la partícula y la cantidad de partículas y aleación. Se encontró que aunque las propiedades físicas de la mezcla mejoraban, la resistencia a la abrasión era pobre.

Los cementos cermet (cerámica-metal) difieren de mezclas simples de aleación metálica y polvo de vidrio, puesto que el polvo metálico está firmemente adherido por sinterización a alta temperatura.

Se ha afirmado que la incorporación de este relleno metalizado con plata sinterizado al vidrio podría mejorar la durabilidad y la resistencia a la abrasión.¹³

Cabe mencionar que el fluoruro se libera de los dos sistemas modificados de metal en cantidades apreciables. Como se muestra a continuación:

¹³ *Revista ADM*, Vol. LVI, No. 5 septiembre-octubre 1999, pp. 177-181.

Liberación de fluoruro de varias fórmulas de ionómero de vidrio.¹⁴

	ng - F	
	14 días	30 días
Ionómero de vidrio tipo II	440	650
Cermet	200	300
Mezcla de aleación de plata	3 350	4 040
Ionómero de vidrio tipo I	470	700
Forros de ionómero de vidrio convencional	1 000	1 300
Fotocurado	1 200	1 600

Sin embargo, es menos en el cemento cermet que en su contra parte tipo II.

Esto no es sorprendente, ya que una porción de la partícula de vidrio original que contiene el fluoruro está revestida de metal. En un principio, el cemento de aleación mezclada libera más fluoruro que su contraparte tipo II. Sin embargo, la magnitud de liberación disminuye con el tiempo. La explicación de este efecto puede ser que las partículas de relleno del metal no se adhieren a la matriz de cemento; por lo tanto, las interfases de cemento-relleno se vuelven un camino para el intercambio de líquidos, esto incrementa la superficie disponible para liberar fluoruro.

En cuanto a las consideraciones clínicas, con el incremento de la resistencia al desgaste y el potencial anticariógeno, estos cementos modificados de metal se han indicado para usos limitados como alternativa de amalgama o compuestos para restauraciones posteriores. Estos materiales aún deben

¹⁴ *Revista ADM*, Vól. LVII, No. 2, marzo-abril 2000, pp. 65-71.

clasificarse como materiales frágiles. Por esta razón, su uso debe estar restringido a restauraciones clase I y conservadoras.

Estos cementos endurecen muy rápido, así que pueden ser terminados en poco tiempo. Junto con su potencial de adhesión y resistencia a la caries, estas características han impulsado su uso como el centro de la reconstrucción de un diente destruido que se va a restaurar con corona. Sin embargo, por su poco endurecimiento y naturaleza frágil, se debe tener en cuenta un método conservador. Se recomienda que no sean usadas en otro lugar que el cemento constituya más de 40% de la reconstrucción total.¹⁵

7. MANIPULACIÓN.

En el caso del cemento llamado *Miracle Mix de la GC Corporation* la manipulación, las aplicaciones recomendadas, las contraindicaciones así como el almacenaje y la técnica de restauración son directamente del fabricante.

Aplicaciones Recomendadas:

1. Construcción de muñones
2. Restauración de dientes temporales
3. Casos donde se requiera radio-opacidad
4. como base o protector
5. Obturaciones de clase I, con limitaciones de clase II, obturaciones temporales, etc.

¹⁵ *Ibid.* pp. 65-71.

Contraindicaciones:

1. Recubrimiento pulpar
2. Pacientes con conocida alergia a los ionómeros de vidrio.

Instrucciones de uso:

1. Dispensado de polvo y líquido

Volcar la aleación Miracle Mix en el frasco del polvo Miracle Mix y agitar perfectamente.

- a) La relación recomendada de polvo/líquido es 2 a 3 cucharillas enrasadas de polvo con 2 gotas de líquido.
- b) Para un exacto dispensado de polvo golpear ligeramente el frasco contra la mano. No se debe agitar ni invertir.
- c) Mantener verticalmente el frasco de líquido y apretar suavemente.
- d) Tapar el frasco inmediatamente después del uso.
- e) Agitar ocasionalmente el frasco del polvo.

2. Mezcla.

Dispensar polvo y líquido sobre un bloc o placa de vidrio. Dividir el polvo en dos partes iguales. Mezclar la primera porción durante 15-20 segundos con todo el líquido. Introducir la porción remanente y mezclar todo perfectamente durante 20 segundos.

Nota: se recomienda una consistencia espesa.

3. *Técnicas de Restauración*

- a) Preparar el diente siguiendo técnicas estándar. No son necesarias espaciosas retenciones mecánicas.
- b) Lavar y secar pero no desecar. Utilizar GC Cavity Conditioner o GC Dentin Conditioner para eliminar la capa de barrillo. Para recubrimiento de la pulpa utilice cemento de hidróxido de calcio.
- c) Mezclar el cemento. El tiempo de trabajo es de 1 min. 30 s a 23°C. Temperaturas más altas acortan el tiempo de trabajo.
- d) Eliminar la humedad superficial pero no desecar.
- e) Utilizando una jeringa u otro instrumento adecuado, aplicar el cemento en la preparación. Evitar las burbujas de aire.
- f) Conformar el contorno.
- g) El tiempo de fraguado es de 5'00" – 5'30" a partir de la iniciación de la mezcla.

4. *Almacenaje.*

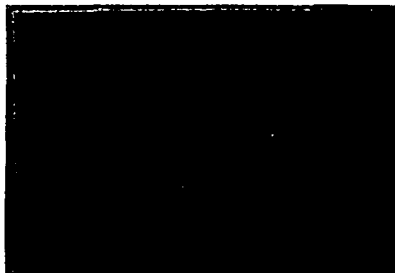
Conservar a temperaturas de 4-25°C.

5. *Embalaje.*

1. Estuche: 15g de polvo con cucharilla de medida, 10g (8,0 ml) de líquido y 17g de aleación.
2. Frasco con 15g de polvo con una unidad de medida.
3. Frasco con 10g (8,0 ml) de líquido.
4. Frasco con 17g de aleación.
5. Precaución.

El líquido y la mezcla de cemento son corrosivos.

1. En caso de contacto con tejido oral o piel, quitarlo inmediatamente con algodón embebido en alcohol y enjuagar con agua.
2. En caso de contacto con los ojos, enjuagar inmediatamente con agua y buscar atención médica.
3. No mezclar polvo o líquido con ningún otro componente de ionómero de vidrio.



8. ESTUDIOS COMPARATIVOS.

Los estudios que se han realizado para ver si de verdad se mejoraban las propiedades del cemento de ionómero de vidrio convencional al adicionar partículas metálicas, han mostrado resultados diferentes.

Se han investigado los efectos de la incorporación de limadura de plata y las del polvo metálico firmemente adherido por sinterización. Comprobando que dicha incorporación de este relleno metalizado puede mejorar muchas de las propiedades del cemento de vidrio convencional.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El propósito de muchas de las investigaciones es comprobar las propiedades físicas de resistencia a la compresión, diametral y abrasiva entre otras, con cementos convencionales de los reforzados.

Recordamos que las propiedades físicas de los materiales dependen de los tipos de átomos de las uniones presentes en ellos. Por tanto tenemos como definición que:

- *Compresión*: dos fuerzas aplicadas una en contra de otra sobre la misma recta.
- *Abrasión*: proceso mecánico de desgaste de una superficie de un material por otro.
- *Resistencia traccional diametral*: la resistencia traccional final de un material cuando se lo prueba bajo compresión.¹⁶

A continuación mencionaremos por autores, los estudios que han realizado a los cementos de ionómero de vidrio reforzado con metal. Teniendo en común el tipo de estudio, materiales, métodos, pruebas y muchos de los resultados.

Comenzamos con:

Harry F. Albers en su libro "*Odontología Estética*" nos menciona que , han sido investigados clínicamente dos ionómeros-cermet Ketac-Silver y Ketac-Gold. Donde Ketac-Silver contiene polvo puro de plata fundido con un polvo de vidrio de fluorosilicato de aluminio y calcio liberador de iones, con tamaño promedio de partícula de 3,5 nm. Solo se presenta en cápsulas. En estudios in vitro se ha observado que Ketac-Silver se desgasta menos que la mixtura de metal-ionómero de la G-C. No debe utilizarse como base en dientes

¹⁶ *Materiales Dentales y su elección*, O'Brien William J. Ed. Panamericana, Buenos Aires, Argentina 1980.

anteriores, ya que la plata puede oxidarse y los óxidos de plata resultantes podrían ennegrecer la restauración. Este problema se ha resuelto satisfactoriamente en los materiales fabricados más recientemente, que son sometidos a una mejor filtración para eliminar el polvo de plata residual que no ha reaccionado con las partículas de vidrio durante el proceso de sinterización.

Ketac-Gold contiene polvo de oro puro fundido al polvo de vidrio de forma similar. El comportamiento clínico de este material es tan bueno como el del Ketac-Silver, pero, además, no presenta problemas de oscurecimiento debido a la oxidación.¹⁷

Otro estudio es el realizado por los doctores Barceló, Sato, Sánchez, Serrano y Guerrero en el Laboratorio de Investigación de Materiales Dentales de la Facultad de Odontología (UNAM) llamado Estudio comparativo de ionómeros de vidrio y reforzados con metal.

Donde el propósito de la investigación, era comparar las propiedades físicas de resistencia a la compresión, diametral y abrasiva de dos cementos convencionales y tres reforzados, "uno experimental" tratando de comprobar si mejoran estas propiedades con la adición de metal y la diferencia entre mezclas simples y cermets, para poder recomendar su uso, y sacar el máximo provecho que esta mezcla nos puede dar.

¹⁷ Harry Albers, *op. cit.*, pp. 14-17.

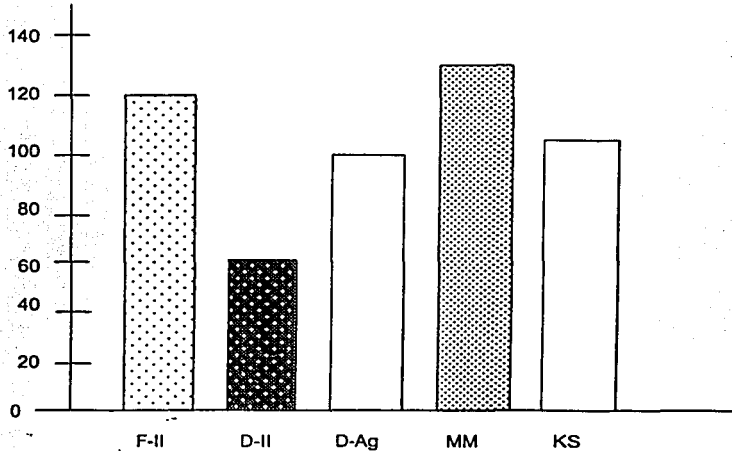
Materiales investigados, incluyendo sus códigos y proporciones polvo-líquido.

Código	Material	Proporción
F-II	Fuji Ionomer Tipo II	1:1
D-II	Degussa Tipo II	1:1
D-Ag	Degussa Tipo II + aleación para amalgama de alto - contenido de cobre. (experimenta)	Ionómero 46.8% Aleación 53.2%
MM	Miracle – Mix	2:1
KS	Ketac – Silver	Precapsulado

Dando como resultados que:

- El material con mayor resistencia fue el Miracle-Mix, siendo el de menor resistencia el Degussa tipo II. El material experimental mostró gran mejoría en su resistencia con respecto al material convencional. Como lo muestran las siguientes gráficas de barras:

Resistencia compresiva en MPa



- *La mayor resistencia la mostraron: Fuji II y el Miracle-Mix siendo apenas mayor el primero. El material con menor resistencia fue el Degussa, siendo significativamente mejorado por el material experimental. En resistencia diametral no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los cementos valorados a excepción de Degussa II donde la diferencia fue significativa al ser éste el de valor más bajo.*

En abrasión por pérdida de longitud el valor más alto de pérdida se dio en el cemento Degussa II, existiendo una diferencia estadística significativa.

En abrasión por pérdida de peso no hubo diferencia significativa entre Fuji II, Ketac-Silver y Miracle Mix, pero sí entre estos con la fórmula experimental y Degussa II, quienes presentaron la mayor pérdida de peso y de entre estos dos sí hubo diferencias, siendo mayor la fórmula experimental.

Lo más sobresaliente de la discusión de este estudio es:

1. Poder constatar que el adicionarle polvo de limadura de plata a un ionómero de vidrio mejoraría propiedades (de resistencia a la compresión y diametral) en la mezcla experimental.
2. No se pudo valorar la influencia de la velocidad de mezclado en la presentación en cápsulas Ketac-Silver. Obteniendo valores similares a los reportados por D.Gee y Pearson (1993.)
3. Comprobar la similitud de los valores de resistencia a la compresión y diametral en la comparación de Fuji II y Miracle Mix reportada por Williams y col. (1992).
4. Una ventaja observada en Ketac Silver es su color, el cual es menos oscuro. Tiene una apariencia más parecida a los dientes.

Y las conclusiones nos dicen:

1. En la mezcla experimental se logró mejorar las propiedades físicas valoradas, en comparación con el ionómero de vidrio regular.

2. Los valores de resistencia a la compresión más altos los obtuvieron Miracle Mix y Fiji II.
3. En resistencia diametral no hubo diferencia entre los cementos valorados a excepción de Degussa II.
4. De la misma manera Degussa II obtuvo los valores más altos de abrasión, no recomendando su uso en áreas expuestas a erosión.
5. En la prueba de abrasión los cementos Fuji II, Miracle Mix y Ketac Silver no presentan diferencia entre ellos.¹⁸

Como podemos observar este estudio nos indica las marcas comerciales más adecuadas para el uso de este material, con la finalidad de tener en cuenta que el ionómero de vidrio al ser un material reforzado con metal adquiere algunas propiedades pero no supera otras, lo más adecuado será entonces conocer estas marcas y emplearlas clínicamente con la finalidad de apreciar sus convenientes e inconvenientes. Por tanto también valoramos la importancia de este tipo de estudio por ser un material en proceso de investigaciones resientes en comparación con otros materiales de su tipo.

Otro autor es Michel Braden quien menciona en su libro "Polymeric Dental Materials" lo siguiente:

Wilson y Prosser después de los primeros trabajos, han hecho dos intentos para reforzar estos cementos.

La incorporación de metal en polvo como aleación de plata de amalgama convencional y la fusión del metal, usualmente plata con un polvo de vidrio reactivo para hacer un polvo cerámico-metálico sinterizado conocido como

¹⁸ *Revista ADM*, Vól. LVI, No. 5, septiembre-octubre. 1999, pp. 177-181.

cermet, usando este polvo para formar cementos por reacción con un poliácido.

Elaborando también los cermets con oro pero no han sido manufacturados comercialmente.

Las desventajas al comparar los resultados obtenidos en las investigaciones son: tamaño del espécimen, tamaño de la carga y los tiempos de almacenaje, además de que los resultados obtenidos dependen en gran medida de la habilidad para hacer la mezcla (ya que estos son difíciles de mezclar manualmente).

La tabla enlista los resultados publicados junto con las condiciones experimentales que han sido reportadas para cuatro marcas de ionómeros de vidrio reforzados.

Material	Tipo	Tamaño de la muestra. (altura x diámetro)	Tamaño de la carga	K (Mpa)
Ketac-Silver	Cermet	6mm x 4mm	1	153
		6mm x 5mm	1	216.9
		10mm x 5mm	0.5	150
		12mm x 6mm	1	175.3
Chelan-Silver	Aleación	10mm x 5mm	0.5	182
		12mm x 6mm	0.5	129
		12mm x 6mm	1	136.7
Miracle Mix	Aleación	12mm x 6mm	1	168.7
		12mm x 6mm	0.5	129
		12mm x 6mm	1	137.6
RGI-reforzado	Aleación	12mm x 6mm	1	221.5

Una de las cuestiones generadas por estos resultados es si la adición de una aleación metálica o un cermet realmente refuerza el cemento resultante. Williams estudió versiones originales y versiones de cemento con adiciones

de metal o cermet y mostró que el cermet era más débil que el cemento libre de este proceso.

Sin embargo los cementos que contenían metal fueron realmente reforzados en comparación con sus análogos sin reforzar encontrándose resultados similares para la fuerza flexural.

Estos resultados han sido confirmados y se mantienen a pesar de la habilidad del operador.

Este autor pone en cuestión la parte de los cementos sobre su real refuerzo, encontrando solo diferencia en la prueba de fuerza flexural, siendo los cementos de ionómero de vidrio reforzados, solo un poco superiores en dicha prueba de los convencionales sin reforzar.

Otra cuestión es la manipulación de estos cementos, ya que indica la importancia de la habilidad del operador para manejarlos siendo esta un punto clave para las propiedades que dicho cemento nos proporciona.¹⁹

9. MARCAS COMERCIALES

El ionómero de vidrio es un producto que sólo algunas casas comerciales lo producen tales como, DE TREY, ESPE, GC Y Shofu.

En la siguiente lista podemos mencionar algunos productos, así como la cantidad de flúor que liberan tipos de ionómero de vidrio que existen al mercado.

¹⁹ *Polymeric Dental Materials*, Michael Braden, Springer, 1997, Germany, pp. 32-35.

Producto	Abreviatura	Manufacturado	Cantidad de Fluór (%)
Aqua-Cem	Aqua	DE TREY	9.8
ASPA	ASPA	DE TREY	16.4
Chem Fil II	Chem	DE TREY	11.3
Chelon-Fil	Ch-F	ESPE	13.0
Chelon-Silver	Ch-S	ESPE	6.8
Ketac-Bond	De-B	ESPE	10.2
Ketac-Cem	Ke-C	ESPE	11.4
Ketac-Fil	Ke-F	ESPE	14.6
Fuji Ionomer Type I	Type-I	GC	8.2
Fuji Ionomer Type II	Type II	GC	9.9
Fuji Ionomer Type	Type-III	GC	11.6
Ionodent	Iono	Sankin	5.5
Base Cement	Base	Shofu	9.3
Glass Ionomer F	GIF	Shofu	9.7
Hy-Bond Glass Ionomer F	HyF	Shofu	8.5
Hy-Bond Glass Ionomer F	HYC	Shofu	9.6
Miracle Mix	—	GC	— ²⁰

²⁰ *Glass Ionomer Dental Cement*, Shigeru Katsuyama, Ed. Ishiyaku EuroAmerica, Inc. Publishers, ST. Louis, Tokyo.

CONCLUSIONES

El ionómero de vidrio es un cemento con excelentes propiedades, por lo que considero muy importante mencionar que desde su inicio, en todas las etapas de cambio para llevarlo a la "perfección" como cemento de uso odontológico por sus cualidades, nos muestra las prometedoras facetas por las que se logra hacer tan importante en la práctica odontológica.

Me parece un cemento con propiedades muy nobles ya que brinda una muy buena adhesión al tejido dental, la liberación de flúor y la variedad de usos, entre otras, podemos ver que es entonces tan efectivo como base, restaurador y medio cementante, etc. Dentro de sus desventajas más notables puedo mencionar la sensibilidad a la humedad, la poca resistencia a la abrasión y a la fractura.

Lo cual han tratado de resolver con la incorporación de metal, ya sea por medio de una mezcla simple de aleación metálica o el proceso de sinterización, para mi particular punto de vista, ha logrado hacer un buen cemento modificado.

Se habfan realizado estudios con la incorporación de oro y titanio, que no tuvieron continuidad, por lo que sólo quedó la opción de la plata como aleación para el reforzado del cemento de ionómero de vidrio.

Teniendo en cuenta que todo material tiene sus contraindicaciones de uso, lo cual debemos respetar así como también la manipulación adecuada del producto, nos lleva a tener óptimos resultados.

Es interesante la controversia que puede generarse con respecto a la modificación que ha tenido el cemento de ionómero de vidrio, con la incorporación de metal ya que los estudios recientes o no, nos indican una diferencia mínima entre cada autor que menciona el producto por medio de investigaciones previas.

Yo por tanto concluyo que es importante que el clínico conozca la indicación de uso, la manipulación adecuada, respetando las técnicas y tiempos, no descuidar aspectos convencionales, entonces se lograrán excelentes resultados, no sólo el cemento de ionómero de vidrio con modificación metálica o sin ella, sino también en los demás materiales que requieran una manipulación correcta.

Porque el cemento de ionómero de vidrio modificado con metal no viene a revolucionar ningún otro material de su tipo, siendo muy bien manipulado, es decir, que el clínico lo maneje correctamente, lo hará exitoso en su condición de uso.

BIBLIOGRAFÍA

- *Revista ADM*, Vól. LVI, No. 5, Septiembre-Octubre, 1999, pp. 177-181.
- *Materiales Dentales*, Macchi Ricardo, 3ª. Edición. Ed. Panamericana, Buenos Aires, Argentina, 2000, pp. 137-143.
- *Odontología Estética*, Harry F. Albers, Ed. Labor, Barcelona, España, 1991, pp.14-17.
- *Manual de Biomateriales Dentarios*, Burdairón Gerald, Ed. Masson, 1ª.edición, 1991.
- *Revista ADM*, Vól. LVII, No.2, Marzo-Abril, 2000, pp.65-71.
- *Ciencia de los Materiales Dentales*, Phillips, Edit. McGraw-Hill, Interamericana, décima edición, 1998.
- *Polymeric Dental Materials*, Michael Braden, Springer, 1997, Germany, pp. 32-35.
- *Materiales Dentales y su elección*, O'Brien William J., Ed. Panamericana, Buenos Aires, Argentina 1980.
- *British Dental Journal* 1992, April 11, pp. 279-282.
- *Glass Ionomer Dental Cement*, Shigeru Katsuyama, Ed. Ishiyaku EuroAmerica, Inc. Publishers, St. Louis, Tokio.