



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

INDICACIONES DE IONÓMERO DE VIDRIO
REFORZADO CON RESINA EN ODONTOLOGÍA
RESTAURADORA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

JOCELYN HERNÁNDEZ RAMÍREZ

TUTORA: Mtra. MARÍA MAGDALENA BANDÍN GUERRERO



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.

Este trabajo es dedicado a ustedes con todo mi amor, gracias por su apoyo incondicional y creer en mí.

Principalmente agradezco a mis padres María Luisa Ramírez y Enrique Hernández por todo su apoyo incondicional en todos los aspectos, nunca dejaron que me rindiera y si tropezaba me impulsaban a levantarme, mirar hacia adelante con la frente en alto; gracias a ambos por inculcarme esos valores, darme un hogar con amor y armonía; son el pilar de mi vida, esto es fruto de lo que han cosechado con su trabajo y esfuerzo. Los amo.

A mis hermanos; Dania por tus consejos, locuras, regaños y risas; Luis Enrique el más pequeño y travieso de todos, mi primer paciente; son los mejores hermanos que pude haber tenido, los quiero mucho gracias por ser pieza fundamental en este sueño.

A mi compañero y cómplice en todo momento Ricardo gracias por cruzarte en mi camino y recorrer a mi lado este trayecto aunque difícil pero no imposible, por tu ayuda, comprensión, tolerancia, cariño, amistad y sobre todo el amor que nos mantiene unidos; se que juntos hacemos un buen equipo. Te amo.

A mi sobrino hermoso Dilan te quiero mucho, a mi familia y seres queridos que de alguna manera contribuyeron y son pieza fundamental en mi vida, que me alentaron a seguir adelante.

Sin dudarle gracias a esa persona que siempre creyó en mí, sé que ahora es mi ángel y me cuida desde donde este.

A la Mtra. María Magdalena Bandín Guerrero por su asesoramiento y guía en esta última etapa.

“GRACIAS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO”

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVO	6
CAPÍTULO I ANTECEDENTES HISTÓRICOS	7
CAPÍTULO II IONÓMERO DE VIDRIO.....	10
2.1 Composición	10
2.2 Mecanismo de fraguado.	12
2.3 Características	13
2.4 Propiedades físicas	14
2.4.1 Adhesión a la superficie dentaria	14
2.4.2 Compatibilidad Pulpar	16
2.4.3 Liberación de Fluoruro	17
2.4.4 Opacidad.....	17
2.4.5 Propiedades térmicas	17
2.4.6 Solubilidad.....	18
2.4.7 Resistencia a la compresión	18
2.5 Clasificación	19
2.5.1 De acuerdo a Mount	19
2.5.2 Según la indicación comercial	19
2.5.3 Según la composición.....	22
2.6 Presentación	25
2.7 Manipulación	26
2.7.1 Mezclado manual.....	27
2.8 Ventajas y Desventajas	30
CAPÍTULO III IONÓMERO DE VIDRIO REFORZADO CON RESINA.....	31

3.1 Composición y reacciones de fregado.....	32
3.2 Características	35
3.3 Propiedades físicas	35
3.3.1 Adhesión a la superficie dentaria	35
3.3.2 Adhesión a otros materiales de restauración.....	36
3.3.3 Biocompatibilidad	36
3.3.4 Liberación de flúor.....	37
3.3.5 Adaptación marginal	38
3.3.6 Solubilidad.....	38
3.3.7 Resistencia a la compresión	39
3.4 Clasificación.....	39
3.4.1 De acuerdo con el curado	39
3.4.2 De acuerdo con el uso	42
3.5 Presentación y manipulación	45
3.5.1 Mezcla manual	47
3.5.2 Cápsulas predosificadas	48
3.6 Ventajas y Desventajas	49
CAPÍTULO IV INDICACIONES DEL IONÓMERO A BASE	
DE RESINA.....	50
4.1 Restauraciones en cavidades de Clase V	50
4.2 Recubrimiento o “liner”	53
4.3 Base y relleno cavitario.....	54
4.4 Cementación.....	55
4.5 Sellador de fosetas y fisuras.....	57
4.6 Otros usos.....	59
CONCLUSIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61



INTRODUCCIÓN

La Odontología restauradora moderna apunta a devolver sus características anatómicas, funcionales, y estéticas al órgano dental; pérdidas por alguna o varias causas, como la caries. La aplicación de los materiales dentales brinda la posibilidad de realizar un tratamiento efectivo que nos ayude a rehabilitar y prevenir nuevas alteraciones, es por ello que los cirujanos dentistas debemos conocer el avance de estos materiales.

En el presente trabajo hablaremos sobre la incorporación en el área odontológica de los Cementos de Ionómero de Vidrio; considerados como un material restaurador estético por sus características excepcionales en comparación con otros, quizá estos son los materiales que han experimentado más modificaciones desde su presentación; con el fin de mejorar sus propiedades físicas y clínicas surgen los Cementos de Ionómero de Vidrio reforzados con Resina, la variación de sus características se atribuye a la presencia de resinas polimerizables en su estructura, obteniéndose un material con mayor resistencia, que tiene adhesión específica a los tejidos dentarios y a otros materiales de restauración, habilidad para liberar iones de flúor, baja solubilidad y mayor estabilidad química en el medio bucal.

La evolución de los Ionómeros de Vidrio reforzados con Resina también se refleja en su presentación comercial, por lo tanto hace que su manipulación requiera de material específico para su utilización clínica; hoy en día gracias a sus propiedades es considerado como un material versátil indicado para restauraciones en cavidades de Clase V, forro cavitario (liner), base, sellador de foseetas y fisuras, reconstrucción de muñones, entre otros.



OBJETIVO

El desarrollo de esta tesina tiene como objetivo principal estudiar los componentes y características que posee el Cemento de Ionómero de Vidrio reforzado con Resina aplicado en Odontología Restauradora.

- Conocer la clasificación de estos materiales para así hacer uso adecuado de ellos ante alguna situación clínica.
- Analizar las propiedades que ofrecen estos cementos con el fin de proteger y restaurar el órgano dental.
- Describir su manipulación de acuerdo a su presentación comercial o indicación, de esta manera el cirujano dentista podrá elegir el que le brinde un resultado satisfactorio.
- Identificar las ventajas y desventajas que proporcionan al realizar un tratamiento odontológico.
- Aplicar el uso de los Cementos de Ionómero de Vidrio reforzados con Resina en la práctica profesional.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Durante el comienzo y la mitad de los años 60s la ciencia y la tecnología de los materiales dentales, aquellos que son utilizados por el cirujano dentista permanecieron sin cambios por casi 60 años, por ejemplo el cemento de silicato que se compone básicamente por un polvo de vidrio; el cual contenía sílice, alúmina y fluoruro, mientras que el líquido se conformaba por un ácido fosfórico; fue clasificado por la ADA como un material restaurador estético convirtiéndose en el principal material de restauración para los dientes anteriores en esos días. Más tarde reconocido como defectuoso para la práctica dental en general por su alta solubilidad produciendo corrosión y desintegración, sumado su fragilidad y el pH de 3 que mantiene por días han ocasionado el desuso de este material.^{1, 2}

El impulso generado por materiales restauradores, como la amalgama, el oro y la porcelana a principios del siglo XIX estimularon el desarrollo de cementos dentales utilizados como agentes cementantes, material de restauración y bases o forros cavitarios. En la década de los 60's la idea de lograr un modo de adhesión fisicoquímica con la estructura dentaria dio como resultado el desarrollo de cementos basados en ácido poliacrílico; el primero fue el policarboxilato y más tarde el ionómero vítreo.³

Los ionómeros vítreos fueron desarrollados por Wilson y Kent en el Laboratorio de Química del Gobierno Inglés, como resultado de numerosos estudios e intentos por mejorar el cemento de silicato. Patentado en 1969 (Cuadro 1), los primeros resultados de las investigaciones son publicados en

¹ Wilson AD, McLean JW. Glass-Ionomer Cement. 1a.ed. Alemania: Editorial Quintessence books, 1988. Pp.96.

² Wilson C. Lewis. The aqueous erosion of silicophosphate cements. J. Dent 1982; 10:181-186.

³ Lanata EJ. Operatoria Dental. 2ª.ed. Buenos Aires: Editorial Alfaomega Grupo Editor Argentino, 2011. Pp.225

1972 en el British Dental Journal con el título de “Un Nuevo Cemento Translúcido”.

(Cuadro 1)

Primera patente de un cemento de ionómero vítreo

Cemento de base acuosa cuyo fraguado se produce por una reacción ácido-base

Ácido orgánico constituyente del líquido con posibilidad de adhesión específica a estructuras dentarias

FUENTE: Lanata EJ. Operatoria Dental. 2ª.ed. Buenos Aires: Editorial Alfaomega Grupo Editor Argentino, 2011. Pp.225.

El primer producto fue comercializado en Europa hacia 1975 con el nombre de ASPA (De Trey): Aluminio Silicate-PoliAcrilate (Figura 1). A principios de 1977 fue introducido en Estados Unidos y en los países latinoamericanos hacia finales de la década de los 70's.⁴



(Figura 1)Cemento ASPA y productos relacionados..

⁴ Cedillo JJ. Ionómero de Vidrio de alta densidad como base en la técnica restauradora de Sandwich. Rev. ADM 2011; 68(1): 39-47.



En la década de los 80's, con el propósito de mejorar la resistencia a la abrasión y fractura de estos cementos, se fabrican nuevos materiales con el agregado de elementos metálicos en el polvo "ionómeros vítreos modificados con metal" presentando una fórmula similar con la incorporación de una parte de aleación para amalgama por cada siete partes de polvo (mezcla milagrosa). Luego se comercializan los "cermets" (cerámico-metálico), en los que se agrega plata sinterizada en el polvo, mientras que el líquido mantiene su fórmula original.

Más tarde son desarrollados los cementos de "ionómero vítreo de alta densidad" ante la necesidad de contar con materiales para aplicar las técnicas de restauración atraumática (ART), cuentan con propiedades físicas y mecánicas mejoradas. A fines de 1980 surgió la aparición de un nuevo grupo llamado "ionómeros vítreos modificados con resina" (VIR), que supero algunas limitaciones de los materiales convencionales.⁵

Desde entonces este material constituye quizás el grupo de materiales restauradores que más han evolucionado por las modificaciones introducidas en sus componentes.

⁵ Barrancos M. Operatoria Dental Avances clínicos, restauraciones y estética. 5ª.ed. España: Editorial Medica Panamericana, 2015. Pp.241, 242.

CAPÍTULO II

IONÓMERO DE VIDRIO

El cemento de ionómero de vidrio, ha sido considerado como un material restaurador adhesivo y estético capaz de liberar flúor. Inicialmente se denominaron “cementos de polialquenoato de vidrio”: el ionómero se refiere a la presencia de un polímero ionizado en el líquido (ion de un polímero) y la palabra “vítreo” se debe a la composición del polvo.

Son cementos a base de agua por lo que le corresponde la norma 96 de la ADA.⁶

Por sus características mecánicas, su adhesión a las estructuras dentarias y su potencial preventivo, estos materiales pueden ser utilizados, dependiendo de su consistencia y composición, como sellador, agente cementante, base, relleno o recubrimiento cavitario, para inactivación, reconstrucción de muñones dentarios, restauraciones intermedias y restauraciones definitivas en zonas no expuestas directamente a esfuerzos de oclusión.⁷

2.1 Composición

Su composición está dada por la combinación de polvo de vidrios de aluminosilicato y homopolímeros del ácido acrílico. Se basa en la formación de una sal de estructura nucleada, lo que significa que todo ionómero debe presentar dos componentes: un polvo (base) compuesto por un vidrio y un líquido (ácido) constituido por una suspensión acuosa de ácidos policarboxílicos, denominados polialquenoicos.

⁶ Barceló FH, Palma JM. Materiales Dentales Conocimientos Básicos Aplicados.3ª.ed.Cd. México: Editorial Trillas, 2008. Pp.97-102.

⁷ Barrancos M. Operatoria Dental Avances clínicos, restauraciones y estética. 5ª.ed. España: Editorial Medica Panamericana, 2015. Pp.241, 242.

Dichos componentes producen el cemento mediante una reacción ácido-base inmediata. El resultado es un cemento consistente en partículas de vidrio rodeadas y sostenidas por una matriz que emerge de la disolución de la superficie de las partículas de vidrio en el ácido (Cuadro 2).

Dependiendo del fabricante la presentación puede ser del tipo denominado anhidra, consiste en que el poliácido, previamente deshidratado, está incorporado al polvo. Se activa mediante la adición de agua, formando la fase en la que se desarrolla el intercambio iónico.

- Polvo: consiste en un vidrio de flúoralúminosilicato preparado con fundentes a base de fluoruro, con partículas de 20 a 50 μ m de tamaño, cuando el material se usa para obturaciones y menor de 25 μ m cuando se usa como cemento. Se obtiene fundiendo partículas de cuarzo, fluoruro de aluminio y fosfatos metálicos, se enfría bruscamente obteniéndose un vidrio de color blanco lechoso.⁸
- Líquido: se utilizaron soluciones acuosas de ácido poliacrílico (aproximadamente 40 % a 50 %), tales líquidos fueron viscosos y tenía una vida útil corta debido a la gelación. Actualmente los líquidos son copolímeros de ácido itacónico, maleico y tricarboxílico. El ácido tartárico es un aditivo de control de velocidad ya que mejora las propiedades de manipulación, disminuye la viscosidad, se alarga la vida útil antes de que la gelificación del líquido se produzca, aumenta el tiempo de trabajo, y se acorta el tiempo de fraguado.⁹

⁸ Cova JL. Biomateriales Dentales. 2ª.ed. Venezuela: Editorial Amolca, 2010. Pp.226, 227.

⁹ Anusavice JK, Shen C, Rawls R. Phillips' Science of Dental Materials. ?ed. USA: Editorial Elsevier, 2013. Pp.321.

- Agua: es un componente esencial de la fórmula. Su objetivo fundamental es proporcionar el medio en que se realizan los cambios iónicos. Su balance adecuado es fundamental, debido a que su falta o exceso producen enormes alteraciones estructurales del material, con tendencia al resquebrajamiento al desecarse. Puede estar mezclada con ácido tartárico.

(Cuadro 2)

POLVO	%	LÍQUIDO	%
SiO ₂	29%	Ácido poliacrílico	50%
Al ₂ O ₃	16.6%	Ácido itacónico	
CaF ₂	34.3%	Ácido tartárico	5%
NaF	3%	Agua	45%
AlPO ₄	9.9%		
AlF ₃	7.3%		

FUENTE: Cova JL. Biomateriales Dentales. 2ª.ed. Venezuela: Editorial Amolca, 2010. Pp.227.

2.2 Mecanismo de fraguado.

La reacción de estos materiales es de tipo ácido-base, inicia al realizar la mezcla de los componentes (polvo/líquido), el polvo comienza a incorporar protones (iones hidrógeno) en la estructura vítrea como resultado de la ionización del ácido, para dar paso a la formación de una capa de gel de sílice que rodea a cada una de las partículas. Desplaza hacia afuera cationes como el calcio, estroncio, cinc y aluminio; estos forman las sales determinantes del fraguado y constituyentes de la estructura nucleada final (los núcleos son las partículas no reaccionadas).¹⁰

¹⁰ Macchi RL. Materiales Dentales. 4ª.ed. Buenos Aires Argentina: Editorial Medica Panamericana, 2009. Pp. 151,152.

Las sales que primero se forman están constituidas por cationes bivalentes: ellas determinan el endurecimiento inicial del material “maduración clínica”, cuyo tiempo oscila entre cuatro a siete minutos.

El fraguado final “maduración química” ocurre cuando las sales de aluminio (polialquenoato de aluminio) terminan de formarse en un período de hasta veinticuatro horas de producida la mezcla. Durante este tiempo las características físicas y químicas, como la rigidez, translucidez y resistencia llegan a su punto máximo de desarrollo.

La exposición del material a un medio acuoso en fase de maduración conduce a su debilitamiento, reblandecimiento y opacidad superficial. Por lo cual se recomienda utilizar aislamiento y, una vez concluida la restauración realizar la protección de su superficie mediante la colocación de un barniz suministrado por el fabricante, o una resina sin relleno fotopolimerizable.¹¹

2.3 Características

Los ionómeros vítreos poseen características que los distinguen de otros cementos que permiten su amplia utilización en el campo odontológico como son:

- Adhesión a la estructura dentaria (dentina, esmalte y cemento).
- Biocompatibilidad.
- Liberación de flúor y actividad antimicrobiana.
- Resistencia a la desintegración y solubilidad.
- Buen sellado marginal.
- Disminución en la microfiltración.

¹¹ Lanata EJ. Operatoria Dental. 2ª.ed. Buenos Aires: Editorial Alfaomega Grupo Editor Argentino, 2011. Pp.228.

- Resistencia compresiva y tensional.
- Bajo modulo de elasticidad.
- Resistencia a la abrasión.¹²

2.4 Propiedades físicas

2.4.1 Adhesión a la superficie dentaria

El cemento de ionómero de vidrio puede adherirse químicamente al esmalte, dentina y cemento radicular, a través de la formación de puentes de hidrógeno entre los grupos carboxilo del ácido del material y los iones de calcio presentes en esmalte y dentina.

El mecanismo de adhesión comienza cuando el cemento recién espatulado es colocado sobre la superficie dentaria, entonces los iones calcio y fosfato de la hidroxiapatita se desplazan y son absorbidos por el cemento aun sin fraguar. Es importante que el material entre en contacto con la estructura dentaria cuando la mezcla se muestra con brillo en la superficie, si el cemento no es colocado en ese momento la reacción de fraguado sigue avanzando, la mezcla se torna opaca debido a la ausencia del ácido en la superficie, y la adhesión no se logra.¹³

La resistencia adhesiva del cemento será mayor en esmalte por ser un tejido más mineralizado. Para mejorar la adhesión a la superficie dentinaria se recomienda utilizar soluciones acondicionadoras como el ácido poliacrílico (Figura 2) ya que elimina la capa de detritus dentinaria, altera la energía

¹² Carrillo C. Actualización sobre los cementos de Ionómero de vidrio, 30 años (1969-1999). Rev. ADM 2000; 67(2): 66.

¹³ Barrancos M. Operatoria Dental Avances clínicos, restauraciones y estética. 5ª.ed. España: Editorial Medica Panamericana, 2015. Pp.245, 246.

superficial y aumenta las uniones de hidrógeno necesarias para que exista una fuerte adhesión.¹⁴



(Figura 2) Ácido poliacrílico.

Mount ha demostrado que el ácido poliacrílico al 10% colocado en un lapso de 10 a 20 segundos es suficiente para obtener un acondicionamiento satisfactorio en la dentina.¹⁵

Smith, Mount y Leinfelder¹³; atribuyen el éxito de la adhesión de las restauraciones de ionómeros de vidrio a:

- El buen acondicionamiento de la estructura dental.
- La compresión adecuada del material.
- La manipulación apropiada del mismo.

El cemento de ionómero puede permanecer durante años en boca debido a las fuerzas de adhesión propias del cemento, así como por las fuerzas mecánicas de fijación que desarrolla durante su maduración.¹⁶

¹⁴ Carrillo C. Actualización sobre los cementos de Ionómero de vidrio, 30 años (1969-1999). Rev. ADM 2000; 67(2): 66.

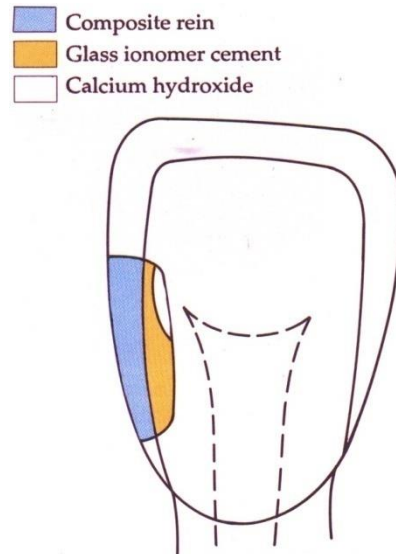
¹⁵ Mount GJ. An Atlas of Glass-Ionomer Cements: A Clinician's Guide. 1a.ed. Barcelona: Editorial Salvat, 1990. Pp.13.

¹⁶ Walls A. Glass ionomer cements: A review. J Dent 1986; 14:231-246.

2.4.2 Compatibilidad pulpar

Algunos autores pueden considerar el efecto del cemento de ionómero de vidrio como totalmente biocompatible y algunos otros con cierto riesgo al utilizarse cerca del tejido pulpar. Solo puede actuar como irritante por una inadecuada proporción polvo-líquido o un mezclado incorrecto durante las primeras etapas del fraguado, esa acidez disminuirá con el tiempo, y el alto peso de las moléculas impide que el líquido se difunda a través de los túbulos dentinarios.

Según los estudios observados, no existe riesgo de sensibilidad posoperatoria en la utilización de ionómeros vítreos como base o liner si existe al menos 1 mm de dentina remante entre el fondo de la preparación y la cavidad pulpar, si el grosor aproximado es menor deberá colocarse una pequeña capa de hidróxido de calcio (Figura 3).¹⁷



(Figura 3) Colocación de hidróxido de calcio previo al ionómero vítreo.

¹⁷ Carrillo C. Actualización sobre los cementos de Ionómero de vidrio, 30 años (1969-1999). Rev. ADM 2000; 67(2): 68.

2.4.3 Liberación de fluoruro

El flúor se encuentra presente en el polvo del cemento, es incorporado como fundente durante la fabricación y es liberado por las partículas de vidrio al mezclarse con el ácido polialquénico.

Brinda potencial cariostático, remineralizante y antibacteriano; a su vez actúa como reservorio de fluoruro.

La liberación de fluoruro es muy alta durante la reacción ácido-base y en las primeras semanas posteriores a la colocación del material; se reduce con el tiempo y se mantiene en un nivel mínimo por meses. Esto produce un efecto anticariogénico por la resistencia que proporciona a la estructura dental circundante de la restauración y por el cambio en la naturaleza de la placa bacteriana.

Los ionómeros presentan a su vez la capacidad de recarga de estos fluoruros, a través de topicaciones de flúor periódicas, enjuagues, pastas o geles fluorados. La mayor parte de este flúor se libera en forma de fluoruro de sodio, sin producir debilitamiento o degradación del material fraguado.¹⁸

2.4.4 Opacidad

Estos materiales tienen mayor opacidad que las resinas compuestas, la apariencia estética es menos satisfactoria; por lo tanto su uso está limitado a áreas cervicales, labiales o bucales del esmalte. Actualmente, en algunos productos comerciales se ha mejorado la translucidez del material.¹⁹

2.4.5 Propiedades térmicas

Se caracteriza por ser un buen aislante térmico. Croll observó que este material tiene un coeficiente de expansión térmica similar a la dentina que lo

¹⁸ Barrancos M. Operativa Dental Avances clínicos, restauraciones y estética. 5ª.ed. España: Editorial Medica Panamericana, 2015. Pp.245.

¹⁹ Cova JL. Biomateriales Dentales. 2ª.ed. Venezuela: Editorial Amolca, 2010. Pp.229.

hace idóneo por sus cambios dimensionales, por lo tanto se justifica la ausencia de microfiltración marginal en las restauraciones de ionómero por su sellado eficiente.²⁰

2.4.6 Solubilidad

Su solubilidad en agua es menor de 1%, aumentando en saliva artificial y ácido láctico demostrando mantener su integridad de 6 a 12 meses, comparado con el silicofosfato, policarboxilato y el fosfato de zinc.²¹ Clínicamente son bastante resistentes a la disolución, pero hay que tener cuidado de usar los barnices especiales después de haber realizado la obturación, para mantener el equilibrio hídrico durante las primeras horas.

2.4.7 Resistencia a la compresión

Este material presenta una alta resistencia compresiva a las 24 horas, oscila entre 90 y 230 MPa, que durante el primer año va en constante aumento gracias a la incorporación de iones a la matriz y la formación de enlaces cruzados entre ella.²²

La fuerza compresiva del cemento de Ionómero de vidrio tipo I, es similar a la del cemento de fosfato de zinc y su fuerza tensional es casi igual a la del cemento de policarboxilato. Sin embargo, la resistencia a la compresión y la dureza del material tipo II son menores que las de otros cementos, por lo tanto no soportan concentraciones altas de tensión, ni presentan una buena resistencia al desgaste. Su resistencia a la fractura únicamente es suficiente para soportar fuerzas oclusales moderadas como restauración temporal y siempre que se mantenga rodeado de estructura dental circundante.

²⁰ Croll TP. Glass Ionomer and esthetic dentistry. JADA 1992; 123:51-54.

²¹ Eisenburguer M. Addy M. Acidic solubity of luting cements. J. Dent 2003;31:137-142.

²² Craig GR, Ward LM. Materiales de Odontología Restauradora. 10ª.ed. Madrid España: Editorial Harcourt Brace, 1998. Pp.193.

2.5 Clasificación

Con la incorporación de diferentes componentes o la formulación de vidrios con características particulares pueden producirse ionómeros para diferentes tipos de aplicaciones, en los que varían las características de manipulación y propiedades físicas.

2.5.1 De acuerdo Mount

Basándose en sus indicaciones clínicas en 1990 los divide en:

- Tipo I. Para cementado o fijación de restauraciones indirectas (de inserción rígida).
- Tipo II. Para restauraciones directas (II.1 estéticas y II.2 intermedias o reforzadas).
- Tipo III. Para base cavitaria o recubrimiento.²³

2.5.2 Según la indicación comercial

Esta fue la primera clasificación que se conoció para este grupo de materiales. Existen básicamente cuatro tipos de cementsos:

- Tipo I. Se describen tres subtipos:
 - a) Para cementado: material de elección para cementado de incrustaciones metálicas, coronas, puentes, pernos colados y bandas de ortodoncia. Su tiempo de endurecimiento no supera los 6 a 8 minutos desde el comienzo de la mezcla (Figura 4).

²³Mount GJ. An Atlas of Glass-Ionomer Cements: A Clinician's Guide. 1a.ed. Barcelona: Editorial Salvat, 1990. Pp.4.

- b) Para liner o forro cavitario: material de protección dentinopulpar colocado en espesores menores de 0.5mm, sella los túbulos dentinarios y es ácido resistente, de este modo previene la sensibilidad posoperatoria. El tiempo de fraguado es alrededor de 4 a 6 minutos desde el inicio de la mezcla.
- c) Para base o relleno: su empleo es eficaz en rellenos de pisos (plano horizontal) en espesores mayores a 0.5mm, indicados en cavidades del sector posterior que serán restauradas con amalgamas, resinas o restauraciones rígidas (incrustaciones).



(Figura 4) Cemento de Ionómero vítreo convencional Tipo I.

- Tipo II (Para restauraciones/multipropósito). Representó su primera presentación, con posterioridad se fueron ampliando y dieron por resultado nuevas marcas comerciales (Figura 5).



(Figura 5) Cemento de ionómero vítreo convencional Tipo II.

- Tipo III. Para sellado de puntos y fisuras. En 1974 Mc Lean y Willson sugirieron por primera vez el empleo para este fin (Figura 6).



(Figura 6) Cemento de ionómero vítreo convencional Tipo III.

- Tipo IV (Cermets). Se crearon para aumentar la resistencia al desgaste y para relleno de piezas con tratamiento endodóntico o con grandes socavados. Estudios clínicos y de laboratorio demostraron que este tipo de ionómeros no alcanzó los objetivos buscados (Figura 7).²⁴

²⁴ Lanata EJ. Operatoria Dental. 2ª.ed. Buenos Aires: Editorial Alfaomega Grupo Editor Argentino, 2011. Pp. 233.



(Figura 7) Cemento de ionómero vítreo convencional Tipo IV.

2.5.3 Según la composición

Los ionómeros fueron evolucionando en función de los elementos que los componen y su reacción de fraguado en dos grupos (Cuadro 3).²⁵

- Convencionales. Son aquellos que endurecen exclusivamente por reacción ácido-base, según su composición estos pueden ser:
 - a) Comunes: son aquellos en los que los copolímeros de ácidos alquenoicos en agua constituyen el líquido, y el polvo es el vidrio de flúor-aluminosilicato. La presentación de la fase líquida es muy viscosa y determina una mezcla difícil de manipular.
 - b) Semianhidros. Se incorporo al polvo algunos componentes de la fase líquida previamente disecados. La fase líquida está compuesta por agua destilada y ácido tartárico, su manipulación se facilita en relación con estos componentes.
 - c) Anhidros: en este tipo de materiales se incorporan los componentes habituales de cualquier ionómero más todos los ácidos y modificadores que se encontrarían en la fase líquida. A la

²⁵ Barrancos M. Operatoria Dental Avances clínicos, restauraciones y estética. 5ª.ed. España: Editorial Medica Panamericana, 2015. Pp.242, 243.



mezcla solo se le agrega agua destilada, su manipulación se facilita y sus características físicas varían levemente.

- Modificados con resina. También conocidos como “híbridos” o “vitroionómeros resina” (VIR), poseen la reacción ácido-base característica de los cementos y debido a su composición, complementan el endurecimiento del material a través de una reacción de polimerización por adición. Pueden ser autopolimerizables, fotopolimerizables, o ambos.

(Cuadro 3) Ionómeros vítreos. Clasificación, composición y propiedades físicas.

	CEMENTOS DE IONÓMERO VÍTREO	POLVO	LÍQUIDO	REACCIÓN	PROPIEDADES
CONVENCIONALES	COMUNES	Vidrio de sílice y alúmina Fluoruros óxidos (Sr, Ba, Ca) y pigmentos	Copolímeros de ácidos polialquenoicos (acrílico, maleico, itacónico) Ácido tartárico Agua	Ácido-base	- Adhesión a tejidos dentarios - Módulo de elasticidad similar a la dentina - Acción remineralizante
	DE ALTA DENSIDAD	Vidrio mejorado, partículas de menor tamaño con refuerzo metálico.			- Mayor velocidad de fraguado - Alta liberación de fluoruros - Mejores propiedades mecánicas
	MODIFICADOS CON METAL (CERMET)	Incorporación de partículas metálicas por sinterización			- Mejores propiedades mecánicas - Estética deficiente
MODIFICADOS CON RESINA	AUTOCURABLE FOTOCURABLE CURADO DUAL	Vidrio de sílice y alúmina Fluoruros óxidos(Sr, Ba, Ca) y pigmentos + iniciadores de la polimerización	Copolímeros de ácidos polialquenoicos con grupos vinílicos, moléculas de HEMA y agua	Ácido-base + Polimerización por adición	- Mayor estabilidad química - Mayor tenacidad - Mayor tiempo de trabajo - Menor tiempo de fraguado - Mejores propiedades ópticas

FUENTE: Barrancos M. Operatoria Dental Avances clínicos, restauraciones y estética. 5ª.ed. España: Editorial Medica Panamericana, 2015. Pp. 243.

2.6 Presentación

Se pueden encontrar diferentes presentaciones comerciales de este material:

- Envases separados (Figura 8): (polvo/líquido), ya sean ionómeros convencionales o modificados con resina. En los dos casos el líquido se dispensa por medio de goteros y el polvo con pequeñas cucharitas dispensadoras incorporadas. Después se procede a realizar la mezcla manual, en la que el polvo se incorpora al líquido en forma paulatina; con una relación 3.5/1. Es probable que al realizar la mezcla se incorporen pequeñas burbujas de aire que dan lugar a poros en el interior del material.



(Figura 8) Cemento de ionómero vítreo convencional en presentación polvo/líquido.

- Cápsulas predosificadas (Figura 9): aumenta la relación polvo/líquido, puede llegar a 4.2/1, su ventaja principal es que no se incorpora aire en la mezcla, son bioseguros (envase unidosis), su mezclado es rápido aproximadamente 10 segundos, es posible su aplicación directa. Estas presentaciones elevan el costo del material, es necesario en algunas presentaciones contar con un equipamiento específico para su utilización,

por ejemplo, activadores, que ponen en contacto ambos componentes dentro de la cápsula para llevarla luego a un amalgamador mecánico de alta velocidad (3,500 RPM). Después, mediante un aplicador específico, se deposita la mezcla en la preparación realizada.²⁶



(Figura 9) Cemento de ionómero de vidrio convencional en presentación de cápsulas.

2.7 Manipulación

Los ionómeros son muy sensibles a la manipulación. Más que espatularse, debe mezclarse rápidamente hasta obtener la consistencia deseada o indicada según el uso: será fluida cuando se realice un recubrimiento (liner) o un cementado; y más espesa como masilla, cuando se efectúe una base, un relleno o una restauración.

Deben utilizarse espátulas de plástico o de metales que no sean afectados por el polvo de ionómero ya que es un vidrio y puede rayar fácilmente las

²⁶ Lanata EJ. Operatoria Dental. 2ª.ed. Buenos Aires: Editorial Alfaomega Grupo Editor Argentino, 2011. Pp.235.

espátulas metálicas, por lo que se indican espátulas de titanio o de aceros inoxidable especiales.²⁷

La mayoría de los fabricantes proporcionan un bloque de papel para mezclar el cemento, es bastante útil siempre que el líquido no se deje en el papel más de 1 min, porque el agua penetra en él y altera la proporción líquido/polvo. Se recomienda el uso de loseta de vidrio porque no afecta el equilibrio de agua, puede enfriarse y de esta forma alargar el tiempo de trabajo ligeramente.²⁸

2.7.1 Mezclado manual

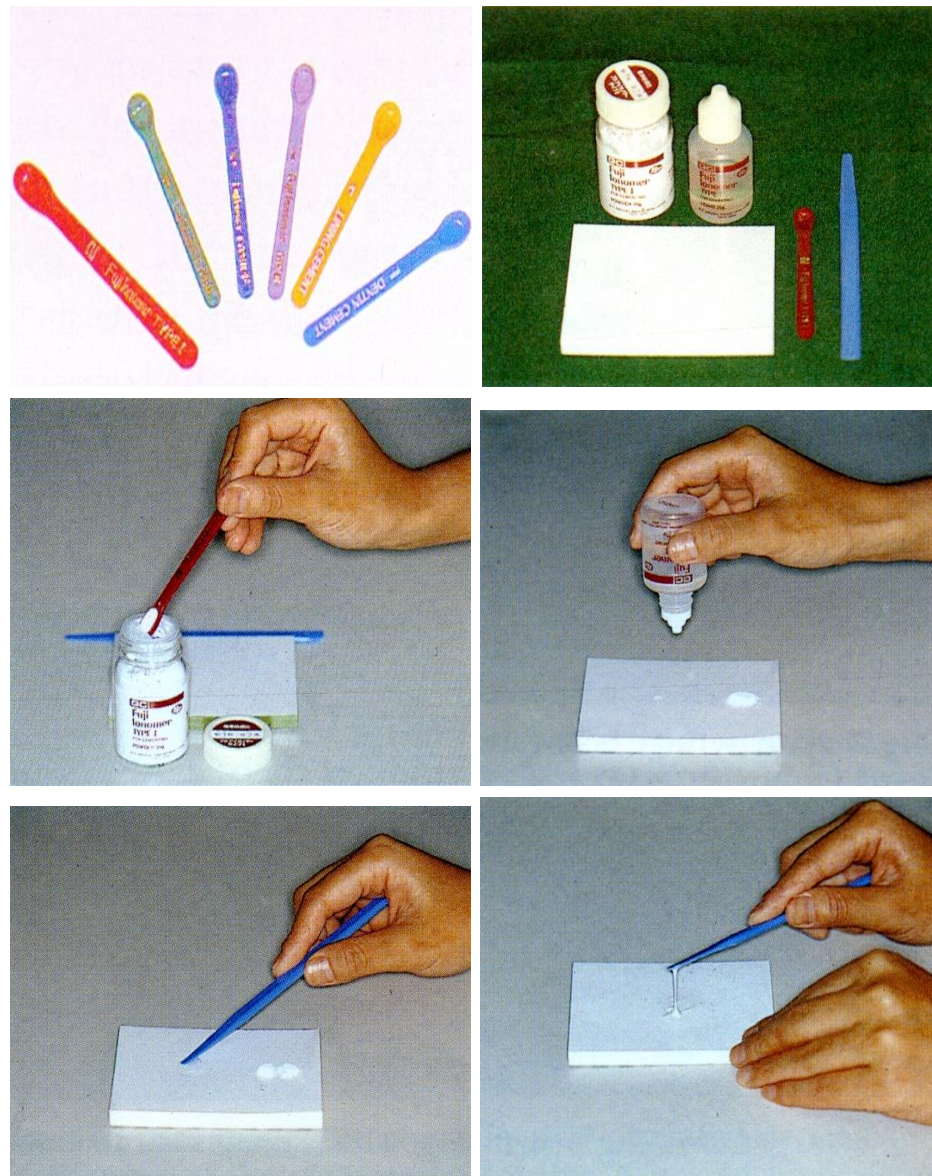
Es necesario leer las instrucciones del fabricante antes de realizar el procedimiento:

1. Dispensar el polvo con la cuchara medidora, asegurando que este llena, se raspa la parte superior de la cuchara con el borde liso de la botella.
2. Inclinar la botella en sentido horizontal y luego vertical, para que el aire contenido en el líquido no quede incorporado en la gota a dispensar.
3. Dividir el polvo en dos partes. Mezclar la primera parte en 10-15 seg, entonces añadir la segunda parte e incorporarla enteramente dentro de los 15 seg siguientes. Llevar la mezcla a una pequeña zona de la loseta y no seguir espatulando. Si la consistencia es fluida, emplear un aplicador con extremo redondeado o de punta fina, para conformar una gota del material; si la consistencia es espesa, emplear la misma espátula o un instrumento que permita su fácil inserción.

²⁷ Barrancos M. *Operatoria Dental: Integración clínica*. 4ª.ed. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana, 2006. Pp.761, 762.

²⁸ Mount GJ. *An Atlas of Glass-Ionomer Cements: A Clinician's Guide*. 1a.ed. Barcelona: Editorial Salvat, 1990. Pp.105-107.

4. Insertar el material en la preparación, con cuidado para no incorporar aire. Si se trata de un ionómero convencional o de uno modificado con resinas de autocurado, todo el material debe insertarse en bloque, de una sola intención; si se trata de un ionómero modificado con resina de fotopolimerización, aplicar el material en capas no mayores de 1.5 mm para permitir su correcta polimerización (Figura 10).^{26, 27}



(Figura 10) Esquema del procedimiento de mezcla manual.



Ventajas de la mezcla manual:

- Proporciona un mayor control en la cantidad de cemento que se necesita en una situación específica.
- Se obtiene la posibilidad de mezclar colores diferentes para obtener la estética deseada.

Desventajas de la mezcla manual

- Dificultad al realizar la mezcla.
- Incorporación de porosidades durante la mezcla.
- Corto tiempo de trabajo.
- Probable inexactitud al medir la proporción de polvo/líquido.²⁹

²⁹ Carrillo C. Actualización sobre los cementos de Ionómero de vidrio, 30 años (1969-1999). Rev. ADM 2000; 67(2): 65-71.

2.8 Ventajas y Desventajas

Los cementos de ionómero de vidrio presentan las ventajas y desventajas siguientes:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Adhesión química al esmalte, cemento y dentina.	No se adhieren químicamente a la porcelana ni aleaciones a base de oro.
Liberan flúor por un período largo que brinda un efecto anticariogénico	Son más costosos que otros materiales.
Estética aceptable.	Apariencia menos estética que los composites.
Modulo elástico relativamente alto.	No permite variables en su manipulación.
Poseen un coeficiente de expansión térmica similar al de las estructuras dentarias.	Sensibilidad pulpar si se coloca cerca de la cámara pulpar sin un forro cavitario previo.
Baja solubilidad.	Son muy solubles en las primeras 24 horas.
Son radiopacos.	
Presentan baja contracción	
Tienen acción bactericida.	
Son biocompatibles.	
Son aislantes térmicos.	
Son relativamente resistentes a la abrasión.	
Fácil de mezclar.	

CAPITULO III

IONÓMERO DE VIDRIO REFORZADO CON RESINA

Los ionómeros de vidrio modificados con resina surgen a finales de 1980, se crearon bajo el principio de mezclar algunos principios activos o ingredientes de unos materiales con otros, es así como se han obtenido productos híbridos con mejores propiedades.³⁰ Los ionómeros convencionales presentan algunos inconvenientes prácticos como un prolongado tiempo de endurecimiento, solubilidad, desintegración, tendencia a la hipersensibilidad posoperatoria y sensibilidad a la técnica de manipulación; la incorporación de resinas ha permitido solucionar esos inconvenientes, por lo que este grupo de ionómeros representa un considerable progreso en el desarrollo de estos materiales.

Estos cementos son descritos como materiales a los que en su matriz se agrega una resina polimerizante hidrofílica. La resina mezclada mejorara la estética inicial y la resistencia tensional así como la resistencia a la fractura.³¹ Se pueden añadir grupos funcionales polimerizables para acelerar su fraguado mediante luz o productos químicos y así permitir que la reacción ácido básica siga su curso tras esta polimerización. Estos productos se denominan cementos de polimerización dual si solo se aplica en un mecanismo de polimerización; si se emplean los dos se denominan cementos de fraguado triple.³²

³⁰ Barceló FH, Palma JM. Materiales Dentales Conocimientos Básicos Aplicados. 3ª.ed. Cd. México: Editorial Trillas, 2008. Pp.97-102.

³¹ Davidson C. Avances en cementos de ionómero de vidrio. Rev. Minim Interv Dent 2009; 2(1): 171-182.

³² Anusavice KJ. Phillips' Ciencia de los Materiales Dentales. 10.ed. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1998. Pp.566.

Son aquellos materiales cuya reacción ácido-base de fraguado esta complementada con una reacción de polimerización acrílica, se activa mediante irradiación lumínica. Entre sus cualidades clínicas es que son relativamente insensibles a la distancia entre el material y la luz al polimerizar, de manera que no es imprescindible (aunque si conveniente) que estén en inmediato contacto con el extremo emisor de luz, lo que en la mayoría de las ocasiones es imposible, especialmente en los fondos de las cavidades.³³

Así es como se obtuvo un material con mayor resistencia, que tiene adhesión específica a los tejidos dentarios y liberación de flúor; que presenta todos los principios fisicoquímicos de los ionómeros de vidrio.

3.1 Composición y reacciones de fraguado

Básicamente, la formula de la composición del cemento de ionómero de vidrio, sigue siendo la misma; con una ligera variación, presenta la incorporación de entre 18 y 20% de resina a su composición, siendo el principal componente el HEMA y en el caso de los ionómeros fotopolimerizables, la presencia de fotoiniciadores.³⁴

Los ionómeros híbridos poseen una disolución del polvo en el líquido relativamente lenta, al igual que su reacción ácido-base, que se complementa con la unión de las moléculas de ácido polialquenoico a través de un mecanismo de polimerización por adición. De esta manera el material

³³ De la Macorra García JC. Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Rev. Europea de Odonto-Estomatología 1995; 7(5): 259-272.

³⁴ Carrillo C. Actualización sobre los cementos de Ionómero de vidrio, 30 años (1969-1999). Rev. ADM 2000; 67(2): 65-71.

permite disponer de un mayor tiempo de trabajo y de un endurecimiento rápido del material.

- Líquido: contiene una solución acuosa de moléculas de ácidos policarboxílicos o polialquenoicos con grupos adicionales vinílicos y moléculas hidrófilas con dobles ligaduras, como el hidroxietilmetacrilato (HEMA), también con la capacidad de polimerizar por adición.³⁵
- Polvo: además del vidrio, se incorporan sustancias iniciadoras de la polimerización. Al mezclar ambos componentes, se inicia una reacción ácido-base lenta, que luego se complementara con una polimerización al abrirse las dobles ligaduras de los ácidos polialquenoicos y de las moléculas HEMA.³⁵

En los ionómeros modificados con resinas fotopolimerizables, al polvo son agregados iniciadores del tipo dicetona-amina, contienen una resina con grupos metacrílicos capaces de polimerizar por acción de luz visible, el endurecimiento se producirá en pocos segundos (entre 20 y 30 según el tipo de ionómero) (Cuadro 4).

(Cuadro 4)

IONÓMERO MODIFICADO CON RESINAS FOTOPOLIMERIZABLES	
POLVO	LÍQUIDO
Sílice	Ácido poliacrílico
Alúmina	Copolímeros carboxílicos
Fluoruros	Monómero hidrófilo soluble (HEMA)
Fotoiniciador	Radicales metacrílicos-agua

FUENTE: Barrancos M. Operatoria Dental: Integración clínica. 4ª.ed. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana, 2006. Pp.757.

³⁵ Barrancos M. Operatoria Dental Avances clínicos, restauraciones y estética. 5ª.ed. España: Editorial Medica Panamericana, 2015. Pp.242.

En el caso de los autopolimerizables los agentes iniciadores son peróxidos, y su activación se realiza a través de aminas incorporadas al líquido; el tiempo de endurecimiento o fraguado es un poco mayor (entre dos o tres minutos) debido al sistema de catalizadores que producen la autopolimerización (Cuadro 5).

(Cuadro 5)

IONÓMERO MODIFICADO CON RESINAS AUTOPOLIMERIZABLES	
POLVO	LÍQUIDO
Sílice	Ácido poliacrílico
Alúmina	Copolímeros carboxílicos
Fluoruros	Monómero hidrófilo soluble (HEMA)
Catalizador	Agua
Activador	Radicales metacrílicos-Iniciador

FUENTE: Barrancos M. Operatoria Dental: Integración clínica. 4ª.ed. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana, 2006. Pp.757.

Algunos incluyen ambos tipos de iniciadores en su fórmula y pueden ser activados físicamente por acción de una luz y químicamente en aquellas zonas donde la luz no llega, para así completar siempre la maduración del material por la progresión de la reacción ácido-base característica.

La inclusión de la nanotecnología en el campo odontológico posibilitó la comercialización de un nuevo ionómero híbrido en versión pasta-pasta. Se trata de un nanoionómero compuesto por un polvo de vidrio de fluoraluminosilicato y un líquido basado en copolímeros de ácido acrílico e itacónico con monómeros de resina tipo BisGMA, TEGDMA, PEGDMA y HEMA con el agregado de nanorrelleno y nanoclusters que constituyen hasta dos tercios del peso del material.³⁵

3.2 Características

Posee las mismas características con respecto a los ionómeros convencionales, con una mejora por su alta estética; presentan propiedades físicas mejoradas, facilidad de manipulación, menor sensibilidad a la humedad y mayor estabilidad química en el medio bucal. Mantiene las mismas ventajas respecto a la liberación de flúor y la adhesión a las estructuras dentarias.³⁵

3.3 Propiedades físicas

La variación de las propiedades de los ionómeros de vidrio convencionales se puede atribuir a la presencia de resinas polimerizables y pequeñas cantidades de agua y ácidos carboxílicos en el líquido. La más notable es la reducción de translucidez del material modificado de resina por una diferencia significativa en el índice de refracción entre el polvo y la matriz de resina polimerizada.

3.3.1 Adhesión a la superficie dentaria

El mecanismo para la adhesión a la estructura del diente es el mismo que para los cementos de ionómero de vidrio convencionales. Se espera que haya menos actividad iónica debido a la reducción de los ácidos carboxílicos del líquido de los ionómeros de vidrio modificados con resina; sin embargo su fuerza adhesiva a la estructura dentaria puede ser mayor que la de los cementos convencionales.³⁶

Su fuerza de adhesión a dentina húmeda oscila entre 10 y 14 MPa sin agente adhesivo, pudiendo llegar a 20 MPa con adhesivo.³⁷ Algunos de

³⁶ Anusavice KJ. Phillips' Ciencia de los Materiales Dentales. 10.ed. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1998. Pp.567, 568.

³⁷ Craig GR, Ward LM. Materiales de Odontología Restauradora. 10ª.ed. Madrid España: Editorial Harcourt Brace, 1998. Pp. 192-195.

estos materiales incorporan componentes activadores específicos (primers) que promueven la adhesión, compuestos en general por una resina hidrófila y un ácido poliacrílico.³⁸

3.3.2 Adhesión a otros materiales de restauración

Los ionómeros de vidrio tienen gran uso como forros cavitarios y bases, aunque también pueden ser usados como restauraciones. La adhesión de estos forros o bases a los materiales de restauración es mayor en los modificados con resina que en los convencionales.

El uso de estos materiales, debajo de una restauración de resina, es una práctica común en la gama de tratamientos restaurativos actuales, se ha utilizado mucho en restauraciones cervicales donde los márgenes son tanto de esmalte como de dentina. Su adhesión al tejido dentinal lo hace un material de elección por su éxito clínico.

Mediante estudios se ha demostrado que los ionómeros de vidrio híbridos actuales tienen una mejor retención con la resina, en especial a través de HEMA que está incluido en su composición y que forma enlaces químicos con el adhesivo; el uso de los nuevos adhesivos de auto-grabado o auto-acondicionantes podrían mejorar la adhesión entre estos dos materiales, pues se ha encontrado que logran cierta adhesión con el calcio del diente.³⁹

3.3.3 Biocompatibilidad

Esta propiedad es comparable con los cementos de ionómero convencionales; aunque se ha mostrado que el proceso curativo de la pulpa no se perjudica cuando se expone ante los ionómeros modificados con

³⁸ Barrancos M. Operatoria Dental Avances clínicos, restauraciones y estética. 5ª.ed. España: Editorial Medica Panamericana, 2015. Pp.246.

³⁹ Carbajal M, Ferreto I, Lafuente D. Adhesión de resina compuesta a ionómeros de vidrio con nano-relleno. Rev. ADM 2012; 69(6): 277-281.

resina, se deben seguir las mismas precauciones, como el uso del hidróxido de calcio para preparaciones profundas.⁴⁰

Pocos reportes de efectos adversos han sido atribuidos a los ionómeros híbridos, uno de estos es la liberación de HEMA, un monómero el cual causa inflamación pulpar y dermatitis alérgica al contacto de tal forma los ionómeros híbridos no son tan biocompatibles como los convencionales. El personal dental puede estar en riesgo por los efectos adversos tales como la dermatitis al contacto y otras respuestas inmunológicas.⁴¹

3.3.4 Liberación de flúor

Presentan una liberación de flúor similar a la de los convencionales o quizá más. La mayor o menor concentración de los iones fluoruros dependerá de la composición de cada material en particular; conviene destacar que la mayor parte del flúor se libera en las primeras horas o días y que los valores decrecen a medida que transcurre el tiempo, pero que la propiedad mencionada de actuar como reservorio compensara las pérdidas producidas.⁴²

Cuando el cemento libera cantidades suficientes de flúor, éste va a ser absorbido por la estructura dental, siendo mayor la cantidad retenida por el esmalte y ligeramente menor por la dentina y el cemento radicular. Se ha demostrado que los ionómeros de vidrio fotopolimerizables, pueden tener una liberación prolongada de flúor por más de dos años sin disminuir en

⁴⁰ Anusavice KJ. Phillips' Ciencia de los Materiales Dentales. 10.ed. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1998. Pp.567, 568.

⁴¹ Anusavice KJ, Shen C, Rawls R. Phillips' Science of Dental Materials. 11.ed. USA: Editorial Elsevier, 2013. Pp.320-328.

⁴² Barrancos M. Operatoria Dental: Integración clínica. 4ª.ed. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana, 2006. Pp.758.

forma significativa; si se compara con los autopolimerizables es menor la cantidad liberada durante el mismo tiempo.⁴³

En los materiales actuales, puede existir un intercambio del fluoruro del material con los de otras soluciones, por lo que los iones flúor pueden ser absorbidos y regresar al cemento como depósito al hacer aplicaciones tópicas de fluoruro.

3.3.5 Adaptación marginal

Este grupo de materiales muestra un alto grado de contracción en el fraguado como resultado de la polimerización. Un contenido bajo de agua y ácido carboxílico también reduce la capacidad del cemento para mojar los sustratos del diente, que puede incrementar la microfiltración comparada con los cementos de ionómero de vidrio convencionales. Los estudios han mostrado que los ionómeros de vidrio modificados usados como forros tienen alta proporción P:L por lo tanto su microfiltración es mayor.⁴⁴

3.3.6 Solubilidad

La exposición razonada de los ácidos poliacrílicos con los grupos funcionales metacrilatos es para reducir la sensibilidad al agua de estos materiales. Se ha demostrado que la versión del forro de este grupo de ionómeros es aun susceptible a la deshidratación y que este material puede absorber agua, que producirá cambios dimensionales significativos.⁴³

⁴³ Carrillo C. Actualización sobre los cementos de Ionómero de vidrio, 30 años (1969-1999). Rev. ADM 2000; 67(2): 65-71.

⁴⁴ Anusavice KJ. Phillips' Ciencia de los Materiales Dentales. 10.ed. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1998. Pp.567, 568.

3.3.7 Resistencia a la compresión

Los valores de resistencia son de dos a tres veces mayores en los ionómeros modificados con resina en la etapa inicial de las primeras 24 horas, este incremento se atribuye a la mayor cantidad de deformación plástica que puede ser mantenida antes de que ocurra la fractura.⁴⁵

3.4 Clasificación

3.4.1 De acuerdo con el curado

➤ De curado doble.

La reacción inicial es la interacción ácido-base, seguida por la polimerización fotoquímica de la matriz cuando es sometida al fotocurado (Figura 11).⁴⁶ Algunos investigadores creen que la exposición a la luz sólo precipita un establecimiento inicial y que hay un período post-curado que dura aproximadamente 24 horas.

Mc Lean y cols en 1994 utilizaron el término “cementos de ionómero de vidrio modificados con resina” para denominarlos en forma trivial y el término “vidrio de polialqueonato” como nombre sistemático, en aquellos casos donde se requiera una nomenclatura química más precisa.⁴⁷

La preferencia por dicho término de estos autores radica en las siguientes razones:

⁴⁵ Ulrich Lohbauer. Dental Glass Ionomer Cements as Permanent Filling Materials?-Properties, Limitations and Future Trends, Materials 2010, 2010. Pp.82, 83.

⁴⁶ Cova JL. Biomateriales Dentales. 2ª.ed. Venezuela: Editorial Amolca, 2010. Pp. 233.

⁴⁷ Mc.Lean JW. Clínica applications of glass ionomer cements. Rev. Oper Dent 1992 (Suppl 5); 184.

1. La alternativa de curado mediante luz implica incorrectamente que el proceso ácido básico puede ser foto iniciado.
2. El término doble curado ha sido desvirtuado por el uso de un nuevo “triturado”, para describir un sistema nuevo de cementos.
3. El uso de esta nomenclatura por algunos investigadores, permite la posibilidad de un material llamado de doble curado que incluye ambos tipos de iniciación mediante radicales libres pero no de una reacción ácido-base.



(Figura 11) Cemento de ionómero vítreo de curado dual.

➤ De curado triple.

El cemento de ionómero de vidrio de triple curado mediante su alta tecnología combina por primera vez tres mecanismos de polimerización distintas en un avanzado material (Figura 12).⁴⁵

Estas reacciones son:

1. La característica reacción ácido-base lenta y duradera; la cual otorgara sus principales características como liberación sostenida de flúor y adhesión.

2. La polimerización por luz de los grupos activos poliméricos; ofrece un tiempo de trabajo amplio y propiedades óptimas en segundos.
3. La polimerización de grupos poliméricos activos por un sistema de autopolimerización patentado. Este mecanismo es relativamente rápido y comienza con el mezclado, sin afectar adversamente el tiempo de trabajo. La acción mecánica del mezclado y el agua del líquido activa el sistema catalizador, dando al material las propiedades físicas de fotopolimerización incluso en áreas donde no llega la luz. Esta nueva tecnología ha creado un cemento de Ionómero de vidrio con una resistencia a la fractura mayor comparada con los otros tipos. Por lo tanto se puede decir que los ionómeros de vidrio de triple curado constituyen un excelente material restaurador estético.



(Figura 12) Cemento de ionómero vítreo de curado triple.

3.4.2 De acuerdo con el uso

- Base o protector de cavidades (Cuadro 5) (Figura 13).

(Cuadro 5) Vidrios ionómericos híbridos para base.

PRODUCTO	FABRICANTE
Fuji Lining Cement LC	Fuji
Ionoseal	Voco
Ionosit Microspand	DMG/Zenith
LCL8	Voco
Light Cured Ziomor	Dent-Mat
Photac Fil	ESPE
Vitrebond	3M
Vivaglas	Ivoclar-Vivadent

FUENTE: Cova JL. Biomateriales Dentales. 2ª.ed. Venezuela: Editorial Amolca, 2010. Pp. 234.



(Figura 13) Cementos de ionómero vítreo para base.

➤ Base, reconstrucción, restauración (Cuadro 6) (Figura 14).

(Cuadro 6) Vidrios ionómicos híbridos para base, reconstrucciones, obturaciones.

PRODUCTO	FABRICANTE
Fuji II/LC	GC America
Fuji IX GP	GC
Geristore	Den-Mat
Photac-Fil Quick Aplicap	ESPE
Vitremer Core Buildup	3M

FUENTE: Cova JL. Biomateriales Dentales. 2ª.ed. Venezuela: Editorial Amolca, 2010. Pp. 234.



(Figura 14) Cemento de ionómero vítreo para base, reconstrucciones y obturaciones.

➤ Cemento (Cuadro 7) (Figura 15).

(Cuadro 7) Vidrios ionómicos híbridos para cementar.

PRODUCTO	FABRICANTE
Fuji Ortho LC (Ortodoncia)	GC America Co
Fuji Plus	GC
Perma Cem	DMG/Zenith
Principle	Dentsply/Caulk
Protec Cem	Ivoclar-Vivadent
ReliX Luting	3M
Vitrebond	3M

FUENTE: Cova JL. Biomateriales Dentales. 2ª.ed. Venezuela: Editorial Amolca, 2010. Pp. 235.



(Figura 15) Cemento de ionómero vítreo para cementar.

3.5 Presentación y manipulación

Al igual que los convencionales, se pueden presentar en las siguientes versiones, con la agregación de una presentación que facilita su manipulación.

- Envases separados polvo/líquido: su mezcla se realizara en forma manual, como se ha descrito en el capítulo anterior. Dispensando el polvo y el líquido en una loseta de vidrio o bloque de papel encerado, posteriormente se incorpora el polvo al líquido empleando una espátula plástica o de algún metal como el acero inoxidable; manipulando el material en una superficie pequeña respetando los tiempos indicados por el fabricante.
- Cápsulas predosificadas: comercialmente se presentan en envases metálicos (blisters), que contienen las cápsulas y poseen un tiempo de vida útil indicado por el fabricante con una fecha de vencimiento. Estos materiales son muy sensibles a la luz solar, a los cambios de temperatura y de humedad, especialmente una vez abiertos el envase que los contiene, deben ser utilizados dentro de los primeros 20 o 30 días, según los distintos productos existentes en el mercado.⁴⁸

Como se menciono anteriormente para poder trabajar los cementos en esta presentación es indispensable disponer de un mezclador mecánico para efectuar la mezcla, eventualmente de dispositivos para la activación

⁴⁸ Barrancos M. Operatoria Dental: Integración clínica. 4ª.ed. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana, 2006. Pp.763.

de las cápsulas y de elementos “ad hoc” que permitan inyectar el material mezclado en una preparación dentaria.⁴⁹

- Clicker o sistema de gatillo: ambos componentes se transforman en dos pastas a partir de su fabricación, cuando estas se mezclan, se desencadenan las reacciones comunes para cualquier tipo de ionómero. Su presentación puede venir en forma de jeringas con puntas mezcladoras o en forma de clicker que genera la dosis de ambas pastas, aptas para su mezcla y utilización clínica (Figura 16).⁵⁰



(Figura 16) Cemento de ionómero vítreo en presentación de clicker.

En todos los casos, la correcta manipulación, inserción y fraguado del material es indispensable para optimizar las propiedades del cemento. Es fundamental la mezcla adecuada de los componentes, en las proporciones indicadas por el fabricante y, una vez preparado el material debe ser utilizado inmediatamente para asegurar la mayor cantidad de grupos carboxilos

⁴⁹ Macchi RL. Materiales Dentales. 4ª.ed. Buenos Aires Argentina: Editorial Medica Panamericana, 2009. Pp. 149-156.

⁵⁰ Lanata EJ. Operatoria Dental. 2ª.ed. Buenos Aires: Editorial Alfaomega Grupo Editor Argentino, 2011. Pp.235.

disponibles (la mezcla apta para utilizarse debe conservar un aspecto brillante).

Una vez acondicionada la superficie es importante que:

* Al utilizar cementos de ionómero vítreo modificados con resina de fotocurado, deberán ser colocados por capas de 1.5 o 2mm de espesor, polimerizando cada una según las instrucciones del fabricante; de lo contrario se producirá una polimerización incompleta por la falta de energía lumínica en las capas más profundas del material.⁵¹

3.5.1 Mezcla manual

Ventajas:

- Se puede variar la viscosidad.
- Se pueden mezclar los matices.
- Se puede variar el volumen de material.
- No requiere equipo extra (amalgamador, activador).
- Menos costoso.
- Más resistentes que los ionómeros convencionales.

Desventajas:

- Mezcla inconsistente
- Más sensitiva a la humedad.⁵²

⁵¹ Barrancos M. Operatoria Dental Avances clínicos, restauraciones y estética. 5ª.ed. España: Editorial Medica Panamericana, 2015. Pp.246.

⁵² Cova JL. Biomateriales Dentales. 2ª.ed. Venezuela: Editorial Amolca, 2010. Pp. 236.

3.5.2. Cápsulas predosificadas

Ventajas:

- Convenientes.
- Mezcla consistente.
- Se elimina el procedimiento de asepsia (cápsula desechable).

Desventajas:

- La viscosidad está predeterminada por el fabricante.
- No se pueden mezclar matices.
- Tiene volumen fijo.
- Se requiere de equipo extra para su manipulación
- Son más costosos.
- La activación de la cápsula debe realizarse apropiadamente.⁵¹

3.6 Ventajas y Desventajas

Estos materiales modificados con resinas presentan las siguientes ventajas y desventajas, además de las ya mencionadas en los ionómeros convencionales:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Estética aceptable.	La estética se ve superada por la que se obtiene cuando se emplean resinas compuestas.
Algunos disponen de un mayor tiempo de trabajo debido a que el fabricante puede reducir la reacción ácido-base.	La superficie de la restauración con ionómeros no es tan lisa en comparación con las resinas compuestas y esto posibilita el atrapamiento de placa.
Mayor estabilidad química.	La manipulación de estos materiales, será complicada si no se tiene la habilidad para su inserción y conformación dentro de la cavidad.
Menor sensibilidad inicial a la humedad en la cavidad bucal.	Su costo es más elevado que el de los ionómeros convencionales.
Mejoría en la interacción adhesiva, consecuencia de una combinación entre la adhesión específica clásica y la posible formación de una capa híbrida por el tratamiento previo con primer.	
Desarrollo de una resistencia lograda en etapas tempranas en virtud de su rápida maduración química.	
Pueden ser pulidos después de su fotopolimerización.	
Módulo elástico relativamente alto.	



CAPÍTULO IV

INDICACIONES DEL IONÓMERO A BASE DE RESINA

De acuerdo con sus características, composición y consistencia, estos materiales pueden ser aplicados en diversas situaciones clínicas como:

4.1 Restauraciones en cavidades de Clase V

Sobre todo en tratamientos de lesiones por caries o abrasiones múltiples en la región radicular, donde los requerimientos estéticos no son de importancia primordial.⁵³

Las erosiones cervicales generalmente responden a causas químicas, su superficie es dura, lisa y plana; por el contrario las abrasiones son de etiología mecánica, su superficie es dura, lisa y escotada en forma de V. La caries en esta zona, presentan una superficie blanda como resultado de la destrucción de los tejidos dentarios producida por la infección microbiana.

La mayor incidencia de caries radicular es en poblaciones de adultos mayores; el cemento radicular no puede ser biselado, ni grabado con ácido para las técnicas de restauración con resinas (composites), por lo que los ionómeros resultan ideales en función de su adhesividad, su liberación de fluoruros, propiedades mecánicas y compatibilidad biológica.⁵⁴

⁵³ Lanata EJ. Operatoria Dental. 2ª.ed. Buenos Aires: Editorial Alfaomega Grupo Editor Argentino, 2011. Pp.231.

⁵⁴ Barrancos M. Operatoria Dental: Integración clínica. 4ª.ed. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana, 2006. Pp.764.

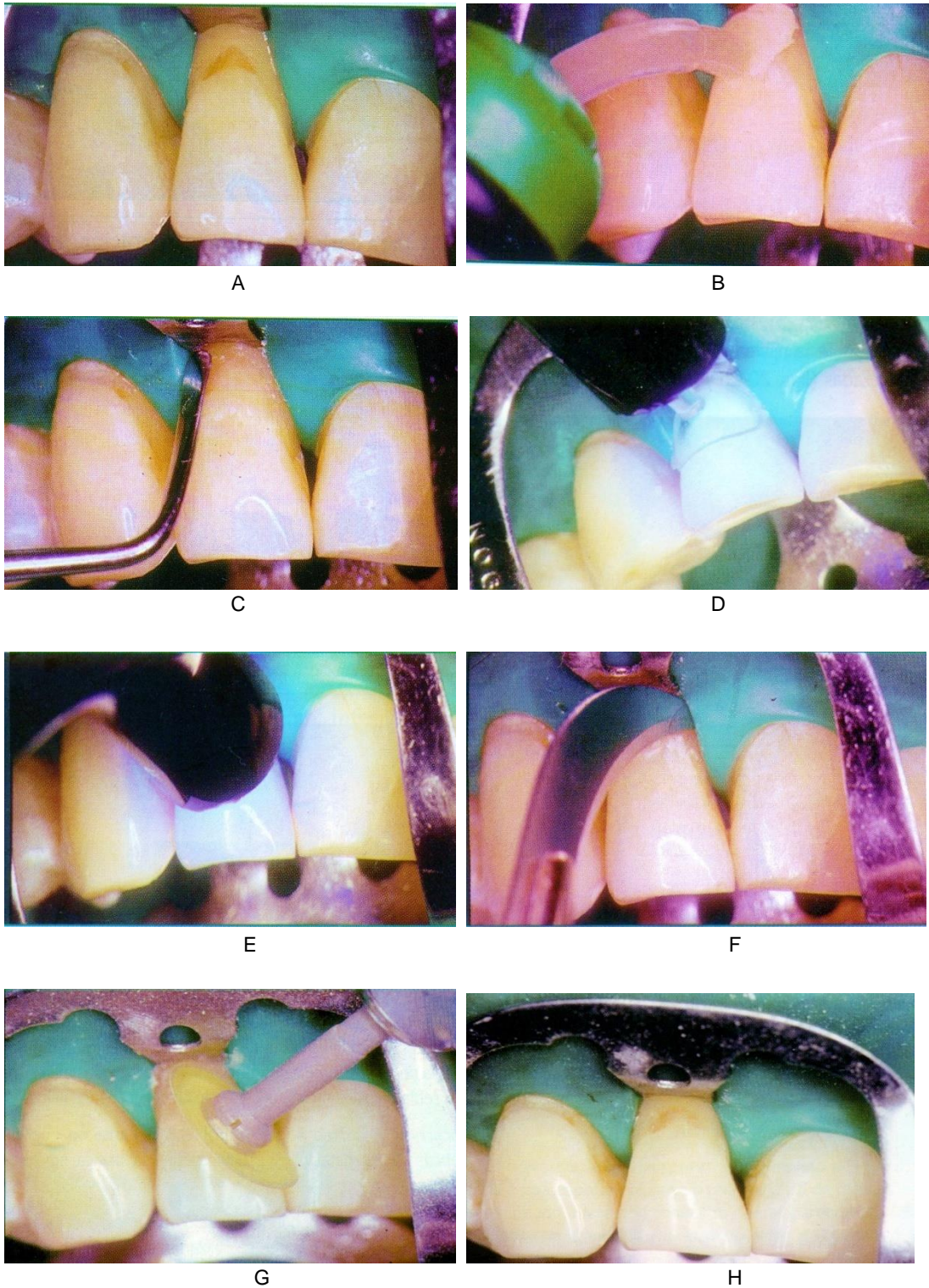
Técnica de restauración.

1. Aislamiento del campo operatorio, es una condición imprescindible para obtener una superficie limpia y seca
2. Limpieza con una mezcla de piedra pómez y agua; lavado y secado.
3. Se acondiciona la superficie con ácido poliacrílico, este eliminara de manera parcial el barro dentinario; el líquido se frota con una torunda de algodón sobre la superficie de la preparación durante el tiempo sugerido por el fabricante; posteriormente se procede a un lavado abundante y posterior secado sin reseca la superficie.

También se puede emplear un primer específico, se deja actuar sobre la superficie por lo menos 30 segundos para que pueda ejercer su acción impregnadora, secar suavemente con aire o bien fotopolimerizar si así lo indica el fabricante.

4. Mezclar el material en forma manual o mecánica y aplicar sobre la pieza dentaria con un instrumento o directamente con el extremo de la cápsula predosificada. Se puede dar forma con un instrumento conservando las convexidades en sentido gingivo incisal y próximo-proximal, cuidando de no dejar excesos por debajo de la encía libre. También se pueden utilizar matrices gingivales transparentes que permiten el paso de la luz; se procede a la fotoactivación durante el tiempo indicado por el fabricante.
5. Eliminación de los excesos del material con bisturíes o instrumentos específicos.
6. Para finalizar se realizan las maniobras de terminado y pulido; se efectúa con abundante refrigeración para evitar que la superficie se reseque. Los elementos que se utilizan son los mismos que se emplean para pulir resinas compuestas (Figura 17).^{52, 53}

Técnica de restauración en cavidades clase V.



(Figura 17) A) Aislamiento absoluto para restaurar lesión en el incisivo lateral. B) Luego de acondicionar la superficie se aplica un ionómero vítreo modificado con resina predosificado. C) Con un instrumento se le da forma anatómica a la restauración. D) Se puede emplear una matriz transparente y se fotoactiva. E) Fotopolimerizar. F) Retirar excedentes. G) Se pule la restauración. H) Restauración terminada.

4.2 Recubrimiento o “liner”

Este procedimiento consiste en utilizar el ionómero como forro cavitario en espesores menores de 0.5 mm, en la necesidad de proteger el complejo dentinopulpar de agentes químicos y físicos durante la restauración con resinas reforzadas, especialmente en restauraciones del sector anterior.

Técnica de aplicación.

1. Preparación de la pieza dentaria, desinfección de ésta con algún agente antimicrobiano, si se diagnostica que la permeabilidad dentinaria es elevada por la profundidad alcanzada al realizar la remoción de caries es importante la colocación de hidróxido de calcio, en el punto más profundo.
2. Pretratamiento de la dentina con acondicionadores o primer. En algunos casos, dada la fluidez de la mezcla, no se aconseja la colocación previa de un “primer”.
3. Preparación e inserción del ionómero. El cemento se prepara de acuerdo con lo descrito en la manipulación (preparación rápida 20-30 segundos e inserción inmediata)
4. En el caso de un ionómero fotocurable, se aplicará la lámpara de luz visible durante 20 segundos (o el tiempo indicado por el fabricante) y luego se proseguirá con la restauración (Figura 18).⁵⁵



(Figura 18) Aplicación como liner de ionómero vítreo reforzado con resina.

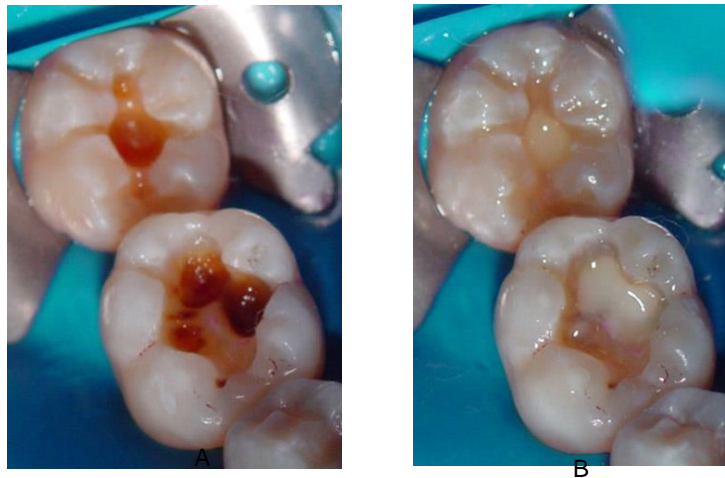
⁵⁵ Barrancos M. Operatoria Dental: Integración clínica. 4ª.ed. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana, 2006. Pp.763.

4.3 Base y relleno cavitario

Su utilización como base en espesores mayores de 0.5mm es la más extendida y justificable por las propiedades fisicoquímicas, como la adhesión a los tejidos dentarios, su excelente biocompatibilidad con los materiales de restauración y rigidez similar a la dentina.⁵⁶

Técnica de aplicación.

1. Preparación de la cavidad con una solución antiséptica.
2. Pretratamiento dentinario con ácido poliacrílico o primer, contenido en el avío que proporciona el fabricante.
3. Mezclar el material, teniendo en cuenta que la consistencia del ionómero para base es más espesa o viscosa.
4. Inserción del material en la cavidad, Barrancos M. menciona que deberán ser colocados por capas de 1.5 o 2mm de espesor, polimerizando cada una según las instrucciones del fabricante (Figura 19).



(Figura 19) A) Acondicionamiento de la cavidad. B) Colocación como base del ionómero vítreo modificado con resina.

⁵⁶ De la Macorra García JC. Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Rev. Europea de Odonto-Estomatología 1995; 7(5): 259-272.

4.4 Cementación

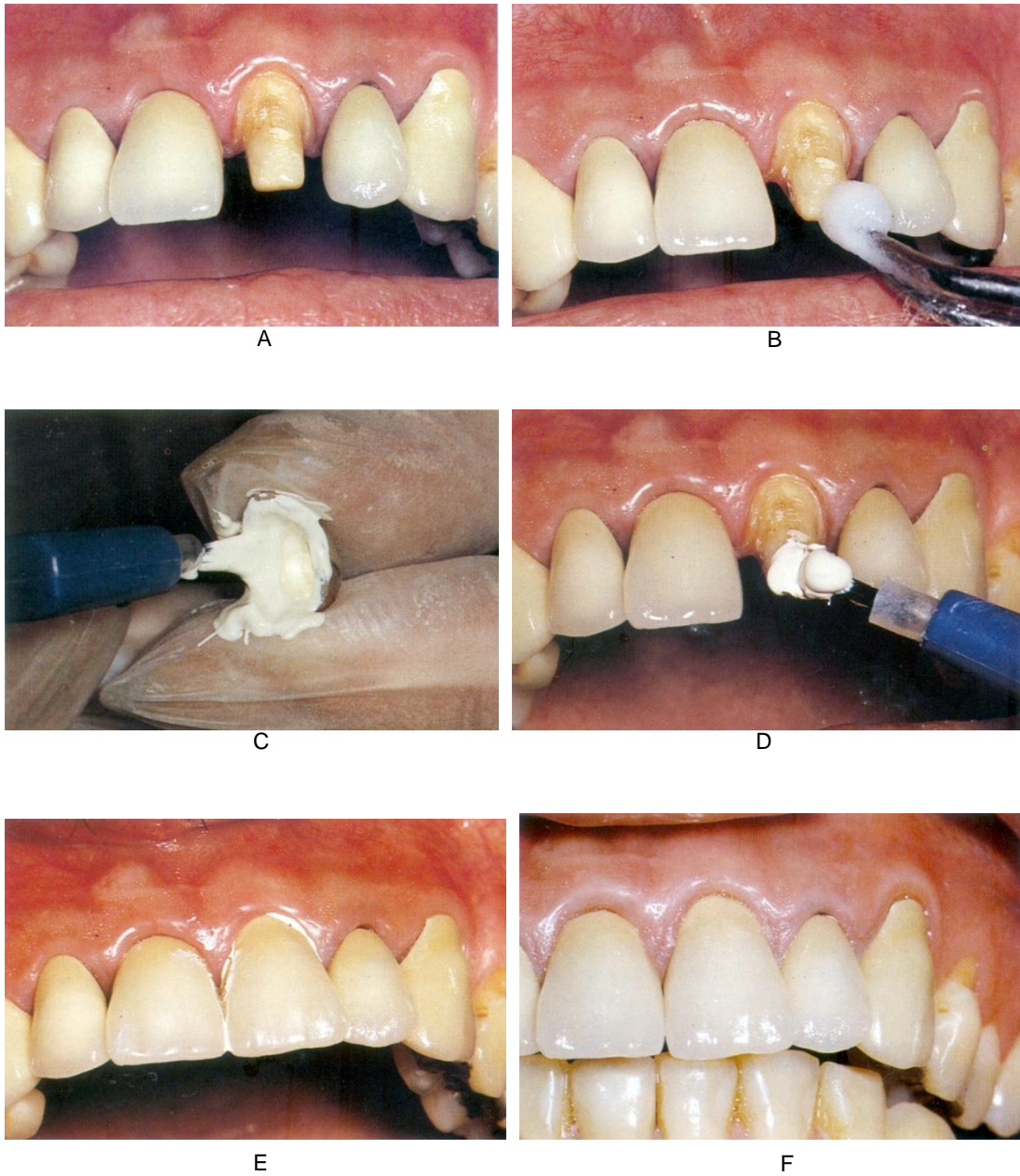
Es empleado para la fijación de restauraciones rígidas (incrustaciones, coronas y puentes), bandas de ortodoncia y mantenedores de espacio. La incorporación de ionómeros modificados con resinas de autopolimerización ha permitido obtener cementos de mejores propiedades con menor solubilidad y mayor resistencia a la fricción.

Las últimas generaciones de este grupo de materiales son los de triple curado, además de la reacción ácido-base y la activada mediante luz, se une una tercera de fraguado “en oscuro”, que se inicia por un sistema de oxidación/reducción. Dicho sistema se activa al espátular el cemento, se liberan y activan los catalizadores microencapsulados que aseguran el fraguado de (teóricamente) todo el cemento, aún en condiciones de oscuridad.⁵⁵

Técnica de cementación.

1. Limpiar, lavar y secar la preparación pero sin deshidratar ya que esto ocasionara desecación en los túbulos dentinarios. También es necesario que la superficie de la prótesis sea preparada para mejorar su capacidad de humedecimiento y adhesión en la interfase con el cemento.
2. Pretratamiento dentinario con ácido poliacrílico o primer.
3. Mezclar el material; deberá tener una consistencia fluida.
4. Aplicar el cemento de manera uniforme en la parte interna de la restauración y en la preparación.
5. Colocar la restauración y hacer presión, al mismo tiempo que se fotopolimeriza el material.
6. Retirar los excedentes (Figura 20).

Técnica de cementación.



(Figura 20) A) Limpieza de la preparación. B) Pretratamiento dentinario. C) Colocación de cemento sobre el interior de la corona. D) Aplicación de cemento sobre el diente. E) Inserción de la corona en su sitio. F) Restauración cementada.

4.5 Sellador de fosetas y fisuras

Simonsen describe la palabra sellador como un procedimiento clínico caracterizado por colocar dentro de las fosas y fisuras de las piezas dentales susceptibles a caries, un material capaz de formar una capa protectora adherida micromecánicamente en la superficie adamantina.⁵⁷

Su uso está indicado tanto en dientes primarios como en dientes permanentes, además de las superficies oclusales, se recomienda sellar los surcos vestibulares de los dientes inferiores, así como los palatinos de los superiores. Con los ionómeros de vidrio no sólo se remineraliza la lesión, sino también la estructura circundante.

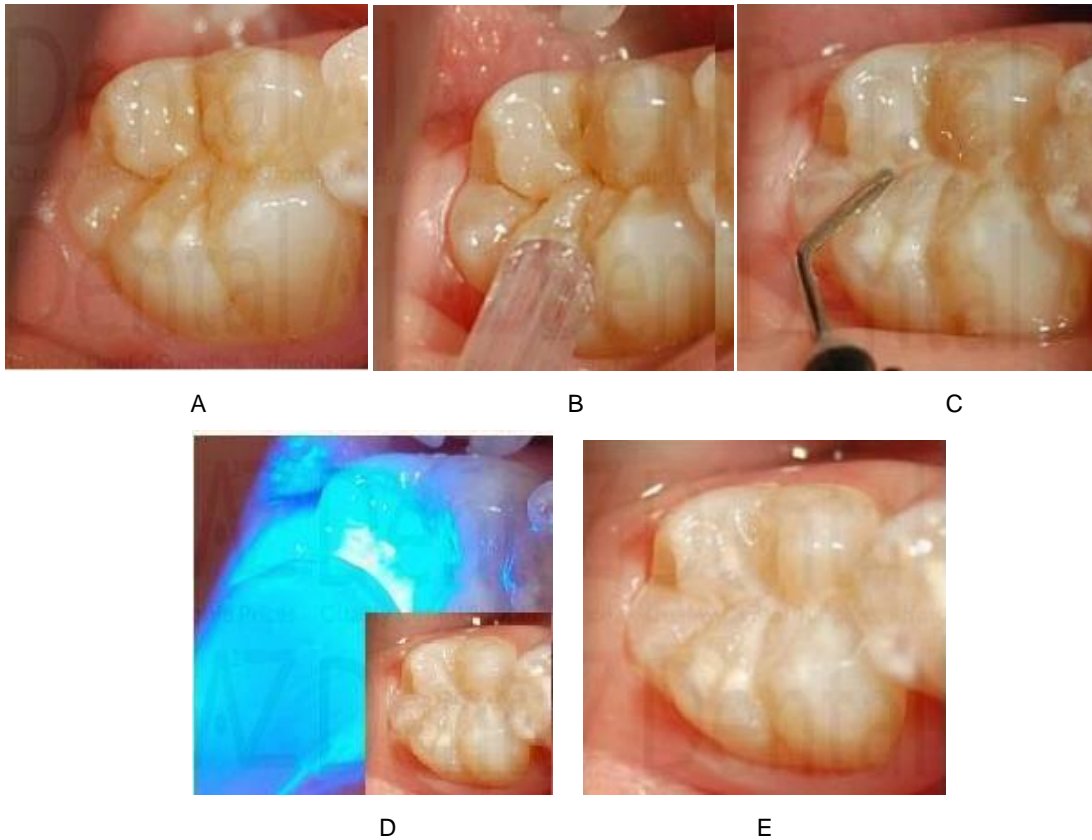
El ionómero de vidrio para ser usado principalmente como sellador y material de restauraciones temporales, viene en presentación de cápsulas; es un material autoadhesivo, con alto desprendimiento de flúor, crea una fuerte capa fusionada y resistente al ácido que proporciona protección a la superficie oclusal hasta por 24 meses.

Técnica de colocación.

1. Se realiza aislamiento absoluto.
2. Se limpia la superficie oclusal (profilaxis con piedra pómez y agua). Si se desea una mejor retención, se recomienda aplicar un acondicionador durante 10 segundos el cuál se lava posteriormente con agua; secar la superficie sin exceder.
3. Activar la cápsula mecánicamente mediante 10 segundos a una velocidad alta (aproximadamente 4,000 RPM).

⁵⁷ Cedillo JJ. Ionómeros de vidrio remineralizantes. Una alternativa de tratamiento preventivo o terapéutico. Rev. ADM 2011;68(5): 258-265.

4. Colocar la cápsula en el aplicador y esparcir el material sobre la superficie del diente con un microbrush o con un pincel, para crear una capa delgada.
5. Utilizar una lámpara de fotopolimerizado por 20-40 segundos; el material cambiara a un color rosado.
6. Posteriormente se recomienda proteger la superficie con un barniz, se deben colocar tres capas, cada una con su previo secado y luego fotopolimerizar.
7. Pulir con una piedra de diamante de grano superfino o una punta de silicón (Figura 21).



(Figura 21) A) Primer molar inferior apto para colocar sellador de fosetas y fisuras. B) Acondicionamiento de la superficie oclusal. C) Colocación del ionómero vítreo reforzado con resina sobre las fosetas y fisuras. D) Fotopolimerizar. E) Sellador terminado.

4.6 Otros usos

Los ionómeros vítreos modificados con resina también tienen aplicaciones como material para:

➤ **Reconstrucción de muñones.**

Por su baja resistencia a la fractura se considera un material frágil, lo que contraindica el empleo de reconstrucciones en dientes anteriores para poder utilizarlo como muñón de un diente pilar. Pueden estar indicados en los dientes posteriores en los que: a) la disponibilidad de grosor sea suficiente para el muñón, b) existencia de una cantidad importante de dentina sana, c) disponibilidad de una retención adicional con pins o preparaciones de la dentina, d) control asegurado de la humedad, e) cuando esté indicado el control de la caries dental.⁵⁸ Los materiales de ionómero de vidrio modificados con resina ofrecen la combinación de las tecnologías del ionómero y el composite, con las propiedades de ambos materiales; posee una fuerza moderada mayor que los convencionales, pero menor que el composite.

Como material para reconstruir el muñón, su utilización es adecuada para las construcciones de dimensiones moderadas; sin embargo debe tenerse en cuenta que la expansión higroscópica puede provocar fractura de las coronas cerámicas. En la actualidad los composites han reemplazado a los ionómeros de vidrio para la fabricación del muñón.⁵⁷

También tienen aplicaciones en endodoncia como material de obturación de los conductos radiculares y en cirugía para la obturación retrógrada en apicectomías.

⁵⁸ Cohen Stephen, Burns Richard. Vías de la Pulpa. 10a.ed. España: Editorial Elsevier, 2011. Pp.785.

CONCLUSIONES

Como resultado del trabajo presentado es posible concluir que:

- La incorporación de los Cementos de Ionómero de Vidrio en la Odontología constituyó un gran cambio en la evolución de los materiales dentales, ha demostrado una gran versatilidad por su avance tecnológico aproximadamente por 30 años, que sin duda alguna no se detendrá en el futuro.
- Después de haber analizado las características que confieren los Cementos de Ionómero de Vidrio convencionales; por su alta solubilidad en el medio bucal y apariencia menos estética considero que los reforzados con Resina debido al agregado de nano-relleno en su composición son mejores por su adhesión a tejidos dentarios, estabilidad química, estética, manipulación y tiempo de trabajo; conservando las propiedades básicas como su biocompatibilidad, módulo elástico y liberación de flúor.
- Asimismo cabe mencionar que los Ionómeros reforzados con resina y su posibilidad de polimerizar por adición, lo convierte en un material que brinda en la práctica odontológica una amplia gama de presentaciones comerciales para ser utilizado según sus indicaciones como: restaurador en cavidades de Clase V, recubrimiento, base, agente cementante, sellador de fosetas y fisuras o reconstrucción de muñones; en una determinada situación el cirujano dentista deberá seleccionar el más apropiado y aplicar la técnica que permita alcanzar el resultado buscado con mayores probabilidades de éxito.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wilson AD, McLean JW. Glass-Ionomer Cement. 1a.ed. Alemania: Editorial Quintessence books, 1988. Pp.5-10
2. Wilson C. Lewis. The aqueous erosion of silicophosphate cements. J. Dent 1982; 10:181-186.
3. Lanata EJ. Operatoria Dental. 2ª.ed. Buenos Aires: Editorial Alfaomega Grupo Editor Argentino, 2011. Pp.225-238.
4. Cedillo JJ. Ionómero de Vidrio de alta densidad como base en la técnica restauradora de Sandwich. Rev. ADM 2011; 68(1): 39-47.
5. Barrancos M. Operatoria Dental Avances clínicos, restauraciones y estética. 5ª.ed. España: Editorial Medica Panamericana, 2015. Pp.241-248.
6. Barceló FH, Palma JM. Materiales Dentales Conocimientos Básicos Aplicados.3ª.ed.Cd. México: Editorial Trillas, 2008. Pp.97-102
7. Cova JL. Biomateriales Dentales. 2ª.ed. Venezuela: Editorial Amolca, 2010. Pp. 223-238.
8. Anusavice KJ, Shen C, Rawls R. Phillips' Science of Dental Materials. 11ª.ed. USA: Editorial Elsevier, 2013. Pp.320-328.
9. Macchi RL. Materiales Dentales. 4ª.ed. Buenos Aires Argentina: Editorial Medica Panamericana, 2009. Pp. 149-156.
10. Carrillo C. Actualización sobre los cementos de Ionómero de vidrio, 30 años (1969-1999). Rev. ADM 2000; 67(2): 65-71.
11. Mount GJ. An Atlas of Glass-Ionomer Cements: A Clinician's Guide. 1a.ed. Barcelona: Editorial Salvat, 1990. Pp.1-103
12. Walls A. Glass ionomer cements: A review. J Dent 1986; 14:231-246.
13. Croll TP. Glass Ionomer and esthetic dentistry. JADA 1992; 123:51-54.
14. Eisenburguer M. Addy M. Acidic solubility of luting cements. J. Dent 2003; 31:137-142.



15. Craig GR, Ward LM. Materiales de Odontología Restauradora. 10^a.ed. Madrid España: Editorial HarcourtBrace, 1998. Pp. 192-195.
16. Davidson C. Avances en cementos de ionómero de vidrio. Rev. MinimIntervDent 2009; 2(1):171-182.
17. De la Macorra García JC. Nuevos materiales a base de vidrio ionómero: vidrios ionómeros híbridos y resinas compuestas modificadas. Rev. Europea de Odonto-Estomatología 1995; 7(5):259-272.
18. Anusavice KJ. Phillips' Ciencia de los Materiales Dentales. 10.ed. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1998. Pp. 566-569
19. Carbajal M, Ferreto I, Lafuente D. Adhesión de resina compuesta a ionómeros de vidrio con nano-relleno. Rev. ADM 2012; 69(6):277-281.
20. Barrancos M. Operatoria Dental: Integración clínica. 4^a.ed. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana, 2006. Pp. 755-769.
21. Ulrich Lohbauer. Dental Glass Ionomer Cements as Permanent Filling Materials?-Properties, Limitations and Future Trends, Materials 2010. Pp. 82, 83.
22. Mc.Lean JW. Clínica applications of glass ionomer cements. Rev. Oper Dent 1992 (Suppl 5); Pp. 184.
23. Cedillo JJ. Ionómeros de vidrio remineralizantes. Una alternativa de tratamiento preventivo o terapéutico. Rev. ADM 2011;68(5):258-265.
24. Cohen Stephen, Burns Richard. Vías de la Pulpa. 10a.ed. España: Editorial Elsevier, 2011. Pp. 785.
25. Katsumaya S, Ishikawa T, Fuji B. Galss Ionomer Dental Cement -The Materials and Their Clinical Use-.1a.ed. Japón: Editorial IshiyakuEuroAmerica, Inc, 1993. Pp. 27-177.