



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Especialidad en Odontopediatría

“EVALUACIÓN DE LA LIBERACIÓN DE FLÚOR DE UNA RESINA BIOACTIVA”

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la  
Especialidad en Odontopediatría

**Presenta:**

C.D. Cassandra Ramirez Cruz

**Dirigido por:**

C.D.E.O. Adriana Itzel Vázquez Alba

C.D.E.O. Adriana Itzel Vázquez Alba  
Presidente

\_\_\_\_\_

C.D.E.O. Mónica Ortiz Villagómez  
Secretario

\_\_\_\_\_

C.D.E.O. Laura Adriana Servín Maxemín  
Vocal

\_\_\_\_\_

C.D.E.O. Claudia Verónica Cabeza Cabrera  
Suplente

\_\_\_\_\_

C.D.E.O. Héctor Mancilla Herrera  
Suplente

\_\_\_\_\_

Centro Universitario, Querétaro, Qro.  
Julio 2020  
México

## **Dedicatorias**

A Dios por permitirme seguir despertando para cumplir mi propósito de vida y a mis padres Rosy y Arturo por apoyarme en cada instante de mí carrera y dar todo por sus hijos.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## **Agradecimientos**

A mis padres por siempre impulsarme a seguir, creer en mí y apoyarme rotundamente en el proyecto de mi vida.

A mis hermanos Kari y Artur por formar parte de este gran logro, comprendiendo siempre mis decisiones.

A la Universidad Autónoma de Querétaro por dejarme ser parte de tan maravillosa institución que más allá de lo académico se sintió como un verdadero hogar estos dos años.

A mi coordinador Dr. Guillermo Ortiz por sus enseñanzas y compartir conocimientos sin esperar nada a cambio.

Al Dr. Rubén Domínguez por estar siempre presente cuando lo necesitábamos, este logro se hizo más fácil gracia a usted.

A mi directora de tesis la C.D.E.O Adriana Itzel Vázquez Alba por su entusiasmo y alegría.

A mi sinodal C.D.E.O Mónica Ortiz por revisar cada parte de este trabajo.

A cada uno de mis maestros que dieron sus conocimientos tanto en el aula como en la clínica transmitiendo esa calidad humana que caracteriza a los Odontopediatras.

A mi grupo de chavis que hicieron de esta amistad una hermandad.

## Resumen

**Introducción:** La caries dental ocurre cuando la placa dentobacteriana produce ácidos que ocasionan un desequilibrio en el proceso de desmineralización/remineralización siendo este el primer paso para ocasionarla. Bien sabido es, que la disminución de dicha enfermedad es asociada principalmente al poder anticariogénico del fluoruro. Al reconocer este importante papel, han surgido en el mercado, una serie de materiales restaurativos bioactivos ofertados como una fuente de liberación de flúor durante varios periodos, principalmente en pacientes pediátricos con alto índice de caries. Pianotti, et al.1976; Chen, et al.2013.**Objetivo:** Determinar la cantidad de fluoruro liberado por parte de la resina ACTIVA BioACTIVA restaurativa. **Material y métodos:** Estudio prospectivo, observacional, longitudinal. El tamaño de la muestra fueron 48 discos de resina estandarizados de 5mm de diámetro y 2mm de espesor divididos en 8 muestras con 6 discos cada una, sumergidos en agua desionizada usando para su lectura un electro selectivo de Flúor (ISE) HI4010 durante seis intervalos de tiempos, **Resultados:** Liberación inicial de  $0.250875 \pm 0.043$ ppm a la hora de la medición y continuó gradualmente aumentando 0.3 ppm hasta los 7 días el cual liberó  $1.067 \pm 0.189$  ppm y se finalizó con una liberación de  $1.413 \pm 0.147$  a los 28 días. **Conclusiones:** Se pudo establecer que la resina ACTIVA BioACTIVA restaurativa presentó un muy bajo nivel de liberación de fluoruro en agua desionizada durante los seis intervalos de medición, en el tiempo máximo establecido de 28 días.

**Palabras clave:** Fluoruro, resina bioactiva, materiales dentales, liberación

## Summary

**Introduction:** Dental caries occurs when the dental plaque produces acids that cause an imbalance in the demineralization / remineralization process, this being the first step in causing it. It is well known that the decrease in this disease is mainly associated with the anticariogenic power of fluoride. Recognizing this important role a series of bioactive restorative materials offered as a source of fluoride release for several periods, mainly in pediatric patients with high level of caries, have emerged on the market. **Objective:** Determine the amount of fluoride released by the resin ACTIVA BioACTIVA restorative. **Materials and methods:** Prospective longitudinal observational study. The sample size was 48 standardized resin discs 5 mm in diameter and 2 mm thick divided into 8 samples with 6 discs each, submerged in deionized water using a fluoride-sensitive electrode for reading (ISE) HI4010 HANNA INSTRUMENTS for six time intervals. **Results:** Initial release of  $0.250875 \pm 0.043$  ppm at the first hour of measurement and continued to gradually increase 0.3 ppm until 7 days which I release  $1.067 \pm 0.189$  ppm and ended with a release of  $1,413 \text{ ppm} \pm 0.147$  at 28 days. **Conclusions:** It could be established that the resin ACTIVA BioACTIVA restorative present a very low level of fluoride release in deionized water during the six measurement intervals, in the maximum time established of 28 days.

**Key words:** Fluoride, bioactive resin, dental materials, release.

## Índice

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Dedicatorias</b>	i
<b>Agradecimiento</b>	ii
<b>Resumen</b>	iii
<b>Summary</b>	iv
<b>Índice</b>	v
<b>Índice de cuadros</b>	vii
<b>Abreviaturas y siglas</b>	viii
<b>I. Introducción</b>	1
<b>II. Antecedentes</b>	3
<b>III. Fundamentación teórica</b>	7
<b>IV. Hipótesis o supuestos</b>	15
<b>V. Objetivos</b>	16
V.1 General	16
V.2 Específicos	16
<b>VI. Material y métodos</b>	17
VI.1 Tipo de investigación	17
VI.2 Población o unidad de análisis	17
VI.3 Muestra y tipo de muestra	17
VI. Técnicas e instrumentos	21
VI. Procedimientos	21
<b>VII. Resultados</b>	30
<b>VIII. Discusión</b>	32
<b>IX. Conclusiones</b>	36
<b>X. Propuestas</b>	37
<b>XI. Bibliografía</b>	38
<b>XII. Anexos</b>	43

## Abreviaturas y siglas

**PPM**- partes por millón

**Ca**- Calcio

**P**- Fosfato

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## I. Introducción

La caries dental ocurre cuando la placa dentobacteriana produce ácidos que ocasionan un desequilibrio en el proceso de desmineralización/remineralización siendo este el primer paso para ocasionarla.

Bien se sabe que la disminución de dicha enfermedad es asociada principalmente a el poder anticariogénico del flúor contribuyendo a la remineralización del esmalte y la dentina, expuesta a los ácidos provenientes de la cavidad bucal.

Al reconocer el importante papel que juegan los fluoruros como agentes anticariógenos han sido incorporados en suministros de agua, alimentos, productos para la superficie del diente tal como geles, soluciones de enjuague bucal, pastas dentales y en las últimas décadas en materiales de restauración que tiene la capacidad de liberar y recargar fluoruro con la finalidad de reducir la caries recurrente en los márgenes de las restauraciones siendo esta la principal falla que llega a ocasionar la pérdida de estructura dental sana e incluso del mismo órgano dental.

En 1971 con el desarrollo del ionómero de vidrio convencional basándose en una reacción de un polvo de silicato con un ácido poliacrílico y gracias a su adhesión a la estructura dentinaria dio pie a la creación de nuevos y mejorados materiales con el objetivo de tener propiedades cariostáticas, estéticas, mecánicas necesarias para una buena restauración.

En el 2013, se crea ACTIVA BioActive-Restorativa (Pulpdent Corp., Watertown, EE. UU.) Es una resina compuesta enriquecida con biovidrio y fortificada con un polímero de goma patentada. Según el fabricante posee una capacidad aceptable para liberar iones remineralizantes sin efectos adversos sobre su durabilidad física. Sin embargo, su composición química exacta y su estructura no han sido reveladas por el fabricante.



De aquí la importancia que han adquirido en los últimos años el estudio de los nuevos materiales dentales bioactivos, ofertados como una novedosa fuente de liberación de flúor durante largos periodos de tiempo pudiendo ser estos una excelente alternativa de restauración principalmente en pacientes pediátricos con alto índice de caries.

En el presente estudio se realizó la cuantificación del fluoruro expresado en PPM (partes por millón) de la resina ACTIVA BioActive-Restorativa con la finalidad de conocer si estos materiales dentales vanguardistas que se encuentran disponibles en el mercado realmente funcionan y cumplen con este efecto preventivo y terapéutico que proponen.

Este conocimiento permitirá otorgar al paciente una alternativa más segura para el tratamiento de la desmineralización y caries secundaria, manteniendo así la restauración íntegra y con la mínima contaminación posterior a su colocación. Además, esta investigación le facilitará al clínico elegir el mejor tratamiento tanto para el paciente pediátrico como adulto, conociendo el mecanismo y propiedades tanto positivas como negativas de los materiales dentales bioactivos con estas características disponibles en el mercado.

## II. Antecedentes

Inicialmente las características de remineralización por parte del flúor fueron observadas primero en el cemento restaurativo de silicato, seguido por los cementos convencionales de ionómero de vidrio (Carvalho et al.,1999; Ten Cate,1999).

Posteriormente se determinó que los materiales de ionómero de vidrio tienen algunas desventajas, tales como tiempo de trabajo corto, ajuste largo, susceptibilidad a la humedad precoz, contaminación con la saliva, desecación después del fraguado y pérdida de brillo (Kotsanos et al., 1998).

Para superar estas limitaciones y preservar la liberación de fluoruro, se diseñaron dos tipos de materiales híbridos, es decir, uno de ellos surgió al combinar el ionómero de vidrio y las resinas compuestas, obteniendo un ionómero de vidrio modificado con resina y el otro material fueron los compómeros que son producto de la mezcla de las resinas compuesta con un poliácido (Kotsanos et al., 1998).

A partir del conocimiento de las propiedades remineralizantes y preventivas contra la caries, múltiples casas comerciales decidieron incluir este elemento por lo cual su estudio a través del tiempo se desarrolló de diferentes formas que se mencionan a continuación:

En 1988 Viera y colaboradores, sugieren que se produce la absorción del fluoruro por dos procesos diferentes, el primero se caracteriza por un estallido inicial de liberación de fluoruro de la superficie. Este proceso se acompaña de la segunda difusión, en la que las pequeñas cantidades de fluoruro se siguen liberando en el medio circundante durante un largo período de tiempo (Viera et al., 1988).

En 1991 Rezk Lega, realizó estudios con agua desionizada midiendo la liberación de fluoruro en el medio en presencia de fluido salival (Rezk Lega, et al., 1991).

Araújo y colaboradores en 1996; Suljak y Hatibovic-Kofman 1996; Friedl, 1997; Verbeeck y colaboradores 1998; Carvalho y Cury 1999, demostraron el patrón de liberación de fluoruro en los materiales Ariston pHc de Ivoclar Vivadent, Dyract AP de Dentsply, Vitremer, Z100 de 3M, Tetric N-Ceram Ivoclar evaluados en agua desionizada. Mostrando que, en el primer día hubo la más alta liberación de fluoruro de todos los materiales evaluados. Posteriormente se observó para los cinco materiales evaluados una fuerte disminución en el segundo día, decreciendo lentamente desde el día 5 hasta el día 7, y manteniendo un nivel constante hasta el día 15, excepto Ariston pHc de la casa comercial Ivoclar Vivadent, exhibió un comportamiento estable, con pequeñas variaciones a lo largo del experimento (Araújo, et al., 1996; Suljak, 1996; Friedl, 1997; Verbeeck, et al., 1998).

El ionómero de vidrio modificado con resina (Vitremer™) presentó el más alto valor de liberación de flúor, principalmente en el primer y segundo día, disminuyendo lentamente en los siguientes días, hasta el final del experimento (Araújo, et al., 1996; Suljak, 1996; Friedl, 1997; Verbeeck, et al., 1998).

En 2003 Toshiyuki Itota y colaboradores, evaluaron la capacidad de liberación y recarga de flúor sumergido en agua desionizada en un tiempo de 24 hrs, 8 hrs, 16 hrs, 23 hrs y 30 días, en un giomero, compómero y una resina compuesta. Las marcas del material elegido fue Reactmer pasta (giomero) de Shofu Inc, Dyrack AP (compómero) de Dentsplay y Xeno Cf (resina compuesta) de Dentsplay (Itota, et al., 2003).

El estudio de Toshiyuki Itota arrojó que todos los materiales produjeron mayor liberación de fluoruro en la etapa inicial y la tasa de liberación posterior disminuyó bruscamente. La resina Xeno CF, dio la más baja liberación de flúor, se dedujo que su composición influyó en este resultado debido a que contiene vidrio

de silicato de aluminio fluorado, este vidrio no ha reaccionado con el ácido, por lo tanto, no tiene una capa de matriz de ionómero de vidrio influyendo en la disolución del relleno de vidrio para liberar sales de fluoruro. Por otro lado, Dyract AP, que se clasifica como un compómero, contiene un relleno de vidrio de estroncio-fluorosilicato en que se ha formado una capa delgada de matriz de ionómero de vidrio en las superficies de las partículas mediante reacción del vidrio con el ácido presente en la matriz de resina provocando una mayor liberación de flúor que el de Xeno Cf pero menor que Reactmer pasta, fue la que se posicionó en primer lugar del estudio (Itota, et al., 2003).

Abhishek Bhattacharya y colaboradores en 2017, evaluaron y compararon las propiedades físicas y la liberación de fluoruro durante 24 hrs, 48 hrs y a la quinta semana, de Amalgomer CR (Ionómero de vítreo reforzado con cerámica), Ketac N 100 3M (Ionómero de vítreo modificado con resina), DyractXtra (compómero) Dentsply, y Beutiful II (Giomero). Se demostró que el Amalgómero CR muestra una mayor liberación de flúor durante las primeras 24 a 48 horas, alcanzando un máximo a las 6 hrs, y luego disminuye lentamente hasta alcanzar un nivel constante en la quinta semana. Ketac N 100 mostró un aumento en la liberación de fluoruro a las 6 hrs en comparación con Dyract Xtra y Giomer, pero mostró menor liberación en comparación con Amalgomer CR. DyractXtra liberó la menor cantidad de fluoruro de todos los materiales probados, mostrando su máximo resultado en la primera semana, Beutiful II tuvo un aumento en la liberación de fluoruro durante las primeras 2 semanas, alcanzando un pico máximo en la segunda semana, luego disminuyó lentamente hasta alcanzar un nivel estable en la quinta semana (Bhattacharya, et al., 2017).

En 2013, Pulpdent Corporation adquirió la aprobación previa a la comercialización de la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) para introducir nuevos materiales de restauración bioactivos en un intento por superar las desventajas de Ionómero de vidrio y las resinas

compuestas combinando sus ventajas en un material de restauración llamado “ACTIVA BioACTIVE restorative”.

Este material es una resina compuesta iónica que combinan la biocompatibilidad, el enlace químico y la capacidad de liberar fluoruro de los ionómeros de vidrio con las propiedades mecánicas, la estética y la durabilidad de las resinas. Además de eso, se afirma que estos materiales tienen propiedades bioactivas, ya que la Administración de Drogas y Alimentos de EUA ha permitido afirmar que los productos ACTIVA BioACTIVE contienen una matriz y rellenos bioactivos que los diferencian de los demás materiales restauradores.

Sobre la liberación de flúor de este material, no hay ensayos clínicos o estudios longitudinales in vivo o in vitro para llegar a una conclusión definitiva sobre la eficacia y la tasa de éxito a largo plazo del material estudiado. Existe un artículo publicado por la Escuela de Odontología , Boston Massachusetts, que al parecer fue financiado por la empresa creadora y es el único reconocido por esta. (Slowikowski,2014).

## II. Fundamentación teórica

La caries es la enfermedad dental de mayor prevalencia en México, de acuerdo con el sistema de vigilancia epidemiológica de patologías bucales del país (SIVEPAB) el 95% de la población la padece, es decir, nueve de cada diez personas la han sufrido o la van a tener en el futuro (SIVEPAM, 2013-2018).

La presencia de caries en las etapas tempranas de la vida no sólo son indicativos de futuros problemas dentales, también afectan negativamente el crecimiento y el desarrollo cognitivo al interferir con la alimentación, el sueño y la concentración en la escuela (King et al.,2007).

En cuanto a la afección en la dentición temporal la distribución porcentual de caries arroja resultados superiores al 66% en niños mexicanos de 2 a 4 años y superior al 71% en niños mexicanos de 5 a 9 años de las 32 entidades federativas del país (SIVEPAM, 2013-2018).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha definido la caries dental como un proceso localizado de origen multifactorial que se inicia después de la erupción dentaria, determinando el reblandecimiento del tejido duro del diente y que evoluciona hasta la formación de una cavidad. Si no se atiende oportunamente, afecta la salud general y la calidad de vida de los individuos de todas las edades (World Health Organization ,1987).

Actualmente, se sabe que la caries corresponde a una enfermedad biofilm-azúcar dependiente, inerradicable, pero si controlable, modulada por múltiples factores en donde las bacterias obtienen energía por la metabolización de hidratos de carbono, generando ácidos como consecuencia. Estos ácidos van a inducir una reducción en el pH que promoverá una pérdida de mineral de la

estructura dental. Además, se produce un aumento del metabolismo y crecimiento de bacterias acidúricas y acidogénicas, promoviendo un desequilibrio ecológico (Dental Caries ,2009).

La conjunción de estos factores da como resultado una serie de complejas reacciones químicas y microbiológicas provocando la acidificación local del medio, lo que a su vez produce una destrucción progresiva del material mineralizado y proteico en el esmalte (Chasteen ,1986; Escobar ,1991; Mc Donald y Avery ,1995).

Considerando que el esmalte es un sólido permeable en el cual el 96% de su volumen es ocupado por cristales minerales de hidroxiapatita impura, que contiene pequeñas cantidades de carbonato, sodio, magnesio y otros iones sustituibles, permitiendo así un proceso químico en el cual se reduce la dureza del diente aumentando su porosidad, teniendo como resultado una lesión blanca considerada como un precursor de la caries dental, debido a fases de desmineralización prolongadas excesivamente y de forma reiterada (Wiltshire,1999; Bollet-Quivogne et al.,2007; Paschos et al., 2011).

Histológicamente hablando, el esmalte desmineralizado posee diferentes zonas con características microscópicas importantes de mencionar para su correcto tratamiento. Describiéndose como: Zona translúcida: El esmalte se observa menos estructurado y tiene 1.2% de pérdida mineral por unidad de volumen; indicando la presencia del 1% de espacios en lugar del 0.1% en el esmalte intacto. Las principales diferencias con el esmalte normal son aumento en la concentración de flúor, disminución promedio de 12% en magnesio y una pérdida más variable de carbonato (Montarde et al.,2002).

Zona oscura: Aparece como una banda, extendiéndose sobre toda la superficie profunda del cuerpo de la lesión, en forma de una zona opaca y densa en la cual se observa poca estructura. Se crean del 2 al 4% de espacios o poros, observándose una disolución por los ácidos en los cristales; con una pérdida

mineral del 6% por unidad de volumen y una zona positivamente birrefringente a la luz polarizada (Montarde et al.,2002).

Cuerpo de la lesión: Es la zona de mayor desmineralización y destrucción cristalina, hay una pérdida mineral por unidad de volumen del 24%, con aumento de la cantidad de materia orgánica, es negativamente birrefringente. Los prismas del esmalte aparecen estriados y las estrías de Retzius están incrementadas, así los espacios intercristalinos, los espacios interprismáticos donde los cristales aumentan su tamaño, son más electrodensos y porosos en la superficie (Montarde et al.,2002).

Capa superficial: Aparece cubierta con una multitud de agujeros diminutos como un panal de abejas. La pérdida de mineral es de 9.9% por unidad de volumen, pues existe una reprecipitación del material disuelto en una etapa temprana de la misma lesión (Montarde et al.,2002).

Defecto cavitario: La capa superficial del esmalte se fractura microscópicamente, se produce una cavitación; con diferente extensión, grosor y profundidad. Por lo que las bacterias con la saliva se introducen al esmalte y dentina, alterando la estructura cristalina, pero no son detectables clínicamente sino por medio radiográfico (Montarde et al.,2002).

Esto último sucede cuando las condiciones son favorables para que progrese la lesión durante un periodo significativo, pasando de una lesión incipientes no cavitada hasta que la superficie de la lesión colapse y se forme una cavidad. Tanto como pueda progresar la lesión, el diente puede perder su vitalidad con un alto riesgo de desarrollar una infección que puede llegar a afectar o invadir los tejidos periapicales (Gonzales,2014).

Con esto se puede deducir que el esmalte ya no es el material sólido y amorfo que experimenta disolución irreversible, sino una matriz de difusión, que se



compone de cristales rodeados por una matriz, agua, proteína y lípidos que equivale de 10 a 15% del volumen del esmalte, asimismo posee conductos relativamente grandes por los cuales pasan en ambas direcciones ácidos, minerales, fluoruro y otras sustancias (Bader et al.,2001).

El pH de la saliva juega un papel sumamente importante para este proceso , teniendo en cuenta que la saliva es el ambiente liquido principal de las bacterias de los tejidos blandos y duros (Silverstone ,1985).

En las personas con baja actividad de caries, el pH de reposo está entre 6.5 y 7 y suele permanecer por encima de 5, mientras que en las personas con gran actividad de caries es más bajo y generalmente permanece debajo de 5 cuando hay exposición a los hidratos de carbono (Derks et al., 2007).

Cuando la desmineralización del diente sucede, el ph está entre 5.2 y 5.5; el cual es llamado frecuentemente pH crítico y puede cambiar según la concentración de iones calcio y fosfato en el medio, la capacidad amortiguadora de la saliva y el líquido de la placa dentobacteriana (Menaker,1986; Derks et al., 2007;Tukfeci,2011).

El pH de la saliva y su capacidad amortiguadora contribuyen a controlar el ácido producido en la placa dentobacteriana. El principal amortiguador salival es el sistema ácido–bicarbonico y carbónico, mientras los fosfatos y las proteínas juegan un papel menor (Boersma et al., 2005).

Por lo tanto, aunque el pH es el factor más importante para determinar el nivel de desmineralización y remineralización bajo condiciones clínicas, no es el único factor importante ya que esta saturación es significativamente afectada por otros factores (Gonzalez,2014).

Teniendo en cuenta que la caries dental es el principal motivo de consulta al odontopediatra, es necesario conocer el enfoque moderno del manejo de estas

lesiones, basándonos tanto en la eliminación de la estructura infectada como en la remineralización de la parte interior tratando de conservarla adecuadamente, esto se puede lograr con una buena elección del material que restaurara dicha lesión (Cvar y Ryge ,2005; Mehdawi. et al.,2009).

La investigación en biomateriales, que son aquellos usados en la reparación o sustitución de órganos o tejidos dañados, comenzó a desarrollarse, como ciencia, alrededor de la década de 1960. En un principio eran materiales inertes y a partir de la década de los 80 comienza una segunda generación: los materiales bioactivos (Hannig , 2010).

Se describe como material bioactivo, aquel que experimenta una reacción superficial específica cuando se implanta en el cuerpo, se integra con él y forma una capa de material inherente al cuerpo, esta capa es responsable de la formación de un enlace firme con tejidos duros y blandos (Rahaman et al.,2011).

A nivel de los dientes, la solubilización de los factores de crecimiento de la dentina como reacción a un material bioactivo puede causar modulación en las células similares a odontoblastos con la subsiguiente recuperación natural del diente, ya sea por estimulación de las células existentes para que depositen nuevo mineral a través del proceso de dentina reaccionaria, o por estimulación de células para diferenciarse en células similares a odontoblastos que producen nuevo mineral a través de dentinogénesis reparadora (Ferracane et al., 2010).

La remineralización convencional del esmalte y la dentina cariada a menudo implica el uso de soluciones que contienen iones de calcio y fosfato en presencia de diversas concentraciones de fluoruro. Está bien establecido que la remineralización convencional no se produce por nucleación espontánea del mineral en la matriz orgánica, sino más bien por el crecimiento de cristallitos residuales de apatita en la dentina parcialmente desmineralizada; la estrategia de remineralización convencional depende del crecimiento sobre cristales de apatita

existentes. Si no hay o son pocos los cristales remanentes, no habrá remineralización. El contenido mineral de la capa superficial de la lesión influye en las características de la posterior remineralización, incluyendo la ubicación y la densidad de deposición mineral (Dai et al., 2011).

Por lo tanto, en los últimos años se ha incrementado el interés por materiales dentales bioactivos con la propiedad de liberar iones flúor y su capacidad de remineralizar la estructura dental (Prabhakar et al., 2010).

La cantidad mínima de flúor que debe ser liberado para inhibir la desmineralización y promover la remineralización no se ha establecido con precisión. De cualquier manera, el uso de materiales con la mayor y más prolongada liberación de iones flúor es preferible, porque cuando el ion flúor está presente en la saliva, la solubilidad del esmalte es menor (Prabhakar et al., 2010).

La importancia del flúor para la prevención de la caries dental como primera línea de defensa es evidente y este elemento es el único componente reconocido por la FDA (Food and Drug Administration) para la prevención de caries dental (Carey.,2014).

Es clave importante conocer sus diversos mecanismos para comprender como es que actúan los materiales bioactivos liberadores de flúor. El fluoruro reduce el metabolismo bacteriano, reduciendo la producción ácida y evitando la desmineralización, puede también controlar las lesiones cariosas promoviendo la remineralización y alterando la superficie dental, haciéndola menos soluble (SvarcGajic et al.,2013).

Sin embargo, varios estudios demostraron que niveles altos de flúor en el esmalte no garantizan protección contra la caries dental, concluyendo que niveles adecuados de flúor en el fluido de la placa dentobacteriana favorecen al equilibrio entre los ácidos orgánicos, fosfatos, calcio y otros que pudieran retardar o inhibir la

producción ácida y promover la remineralización. La cual necesita calcio y fosfato biodisponible mejorando gracias a la presencia del flúor (Perales et al., 2006; Gonzales,2010).

De esta manera el flúor se comporta como un catalizador que permite una remineralización más rápida de las lesiones incipientes, requiriendo en promedio 100 ppm (mg/L) de ion flúor (Perales et al., 2006).

Otro mecanismo importante de conocer por parte del flúor es la conversión de Hidroxiapatita en Fluóropatita. Esto puede explicarse en pacientes pediátricos, que cuando inicia la erupción, la estructura del esmalte aún no ha completado su mineralización ya que la hidroxiapatita tiene en su composición alto contenido de magnesio y fosfatos los que son más solubles de manera tal que un descenso leve, sin llegar a 5.5 ya provoca desmineralización por lo tanto son más susceptibles del ataque ácido. Por lo que el aporte de flúor va a transformar hidroxiapatita en flúorhidroxiapatita, siendo esta última más resistente a los ataques ácidos, soportando hasta un pH de 4.5 (Perales et al., 2006).

El flúor tiene la propiedad de intervenir sobre el Streptococcus Mutans disminuyendo la formación de ácidos (butírico y acético), los cuales son indispensables para la descomposición de la hidroxiapatita en iones calcio, fosfato y agua. No obstante, cuando hay un aporte de flúor en promedio de 200 ppm éste inhibe la formación de la enzima enolosa, interrumpiendo el proceso y disminuyendo la producción final de ácido láctico (Perales et al., 2006).

La capacidad del flúor también actúa sobre la reducción de la pared de polisacáridos de la placa dental teniendo como consecuencia una repulsión por parte de la superficie del diente con la pared de la bacteria, traduciéndose con disminución en la formación de placa dentobacteriana, necesitando para este propósito una concentración promedio de 30 ppm (Perales et al., 2006).

Es considerado un agente bacteriano con la ayuda de la concentración elevada de hidrógeno en la saliva, la cual al entrar en contacto con una gran concentración de flúor forma ácido fluorhídrico, de esta manera puede ingresar al interior de la bacteria. En el interior de la bacteria se separan nuevamente y es la concentración del hidrógeno la que vuelve al medio interno un medio ácido provocando desorganización y muerte bacteriana. Para lograr este mecanismo, se requiere una concentración de 4,000 a 6,000 ppm de ion flúor (Perales et al.,2006).

Como se mencionó anteriormente gracias a la ya conocida efectividad del flúor actualmente existen muchos materiales restaurativos liberadores de él, disponibles en el mercado como los cementos de ionómero de vidrio convencional, resinas compuestas, selladores de fosas y fisuras, barnices dentales, ionómeros de vidrio modificados y dentífricos (Pashos et al.,2009).

Debido a sus diferentes matrices y mecanismos de fijación estos productos presentan una variación en su capacidad para liberar flúor. Sin embargo, se asume que las propiedades antibacterianas y cariostáticas de estos materiales frecuentemente se asocian con la cantidad y constancia liberada (Pashos et al.,2009).

Por lo tanto, los materiales de restauración dental que contienen flúor en su formulación y son capaces de proporcionar una liberación sostenida de él, podrían ser útiles para inhibir la caries secundaria en el diente restaurado, así como la caries dental en los dientes adyacentes (Nigman et al.,2009).

#### IV. Hipótesis

Hipótesis de trabajo

- La resina ACTIVA BioACTIVE restaurative tiene la capacidad de liberar flúor, durante seis intervalos de tiempo por 28 días.

Hipótesis nula

- La resina ACTIVA BioACTIVE restaurative tiene la capacidad de liberar flúor durante seis intervalos de tiempo por 28 días.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## **V. Objetivos**

### **V.1 Objetivo general**

-Determinar la cantidad de flúor liberado por parte de la resina ACTIVA BioACTIVE restaurativa.

### **V.2 Objetivos específicos**

- Evaluar la liberación de flúor por parte de la resina ACTIVA BioACTIVE restaurativa a la hora de ser almacenada en agua desionizada.

- Evaluar la liberación de flúor por parte de la resina ACTIVA BioACTIVE restaurativa a las 24 hrs de ser almacenada en agua desionizada.

- Evaluar la liberación de flúor por parte de la resina ACTIVA BioACTIVE restaurativa a las 72 hrs de ser almacenada en agua desionizada.

- Evaluar la liberación de flúor por parte de la resina ACTIVA BioACTIVE restaurativa a los 7 días de ser almacenada en agua desionizada.

- Evaluar la liberación de flúor por parte de la resina ACTIVA BioACTIVE restaurativa a los 14 días de ser almacenada en agua desionizada.

- Evaluar la liberación de flúor por parte de la resina ACTIVA BioACTIVE restaurativa a los 28 días de ser almacenada en agua desionizada

## **VI. Material y métodos**

### **VI.1 Tipo de investigación**

Experimental *in vitro*

### **VI.2 Población o unidad de análisis**

Discos de 5 mm de diámetro y 2 mm de espesor de la resina ACTIVA BioACTIVE restaurativa, preparados para su estudio en el laboratorio de investigación de la licenciatura y posgrados de odontología de la facultad de medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro.

### **VI.3 Muestra y tipo de muestra**

Un total de 288 discos de 5 mm de diámetro y 2 mm de espesor ACTIVA BioACTIVE restaurativa para los 6 tiempos medidos ya que se elaboró para cada intervalo de tiempo nuevos discos por cuestión de contaminación y volatilidad del Flúor.

Estos discos fueron divididos en 8 muestras conformadas cada una por 6 discos de resina ACTIVA BioACTIVE restaurativa teniendo 48 discos por cada periodo de evaluación.

El número de la muestra fue determinado tomando en cuenta el artículo de Slowikowski, 2014.



### VI.3.1 Criterios de selección

#### Criterios de inclusión

- Resina Bioactiva que tenga la capacidad de liberación de iones flúor.
- Resina Bioactiva que se encuentre en el mercado.
- Material Dental que pertenezcan a la categoría de resina bioactiva.

#### Criterios de exclusión

- Materiales Dentales que no tengan la capacidad de liberación de iones de flúor.
- Material Dental que no pertenezca a la categoría de resina bioactiva

### VI.3.2 Variables estudiadas

#### Variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Cantidad de iones de flúor	Concentración de iones flúor liberados por parte de la resina bioactiva	Electrodo selectivo de flúor que al ser contactado por el ion genera una diferencia de potencial eléctrico que se empleará para	Cuantitativa	Continua	Partes por millón (ppm)

		cuantificar los iones en ppm			
--	--	------------------------------	--	--	--

### Variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Tiempo de liberación de flúor a la hora	Dimensión física que representa la sucesión de liberación de flúor	Reloj digital, instrumento capaz de medir el tiempo natural en unidades convencionales.	Cuantitativa	Discreta	Horas
Tiempo de liberación de flúor a las 24 horas	Dimensión física que representa la sucesión de liberación de flúor.	Reloj digital, instrumento capaz de medir el tiempo natural en unidades convencionales.	Cuantitativa	Discreta	Horas
Tiempo de liberación de flúor a las 72 horas	Dimensión física que representa	Reloj digital, instrumento capaz de medir el tiempo	Cuantitativa	Discreta	Horas

horas	la sucesión de liberación de flúor.	natural en unidades convencionales.			
Tiempo de liberación de flúor a las 168 horas	Dimensión física que representa la sucesión de liberación de flúor.	Reloj digital, instrumento capaz de medir el tiempo natural en unidades convencionales.	Cuantitativa	Discreta	Horas
Tiempo de liberación de flúor a las 336 horas.	Dimensión física que representa la sucesión de liberación de flúor.	Reloj digital, instrumento capaz de medir el tiempo natural en unidades convencionales.	Cuantitativa	Discreta	Horas
Tiempo de liberación de flúor a las 672 horas.	Dimensión física que representa la sucesión de liberación de flúor.	Reloj digital, instrumento capaz de medir el tiempo natural en unidades convencionales.	Cuantitativa	Discreta	Horas

#### VI.4 Técnicas e instrumentos

Para la generación de los datos se midieron los iones de flúor liberados por la resina ACTIVA BioACTIVE restaurativa a la hora, 24 hrs, 72 hrs, 7 días, 14 días y 28 días. Posteriormente los datos obtenidos fueron ingresados en una hoja de captación de datos en Excel para la realización de tablas y gráficas explicativas.

#### VI.5 Procedimientos

Se utilizará para este trabajo in vitro la resina ACTIVA BioACTIVE restaurativa color A2 de la casa comercial Pulpdent.

##### **Fabricación de estándares de medición para la curva de calibración.**

Se creó una curva de calibración para saber el valor de las muestras con estándares de concentraciones: 10ppm; 5ppm; 2ppm; 0.5ppm y 0.02ppm. Estos estándares se crearon a partir de diluciones de la solución patrón de 10,000 ppm y se diluyeron con agua destilada (Fig. 1).

Una vez creados los patrones se almacenaron en envases plásticos de poliuretano y se guardaron en refrigeración.

Preparación de 5 estándares de 100ml.

$M_f$	Cantidad de ml del concentrado de F de 10,000ppm	Agua destilada
		+
10 ppm	10 ml	490 ml
5 ppm	5ml	495 ml
2 ppm	2ml	498 ml
0.5 ppm	0.5ml	499.5 ml

0.02 ppm	0.02ml	499.8 ml
----------	--------	----------

Nota: el estándar de 0.5ppm se preparó a partir del de 5ppm y el de 0.02 a partir del de 2ppm.



Fig. 1 Estándares de medición para curva de calibración.

Posteriormente se ingresó la curva de calibración al potenciómetro HANNA HI5222 con electrodo de ion selectivo para flúor HI4010. (Fig. 2) Se colocó 20 ml en vasos plásticos de 50ml cada uno de los 5 estándares por duplicado, agregando a cada estándar solución TISAB II en una relación 1:10 o 10 %, en este caso corresponde 2 ml, con la función de solución buffer para ajustar el pH y la fuerza iónica, evitando interferencias producidas por el ion oxhidrilo. (Fig. 2,1) y (Fig. 2.2).

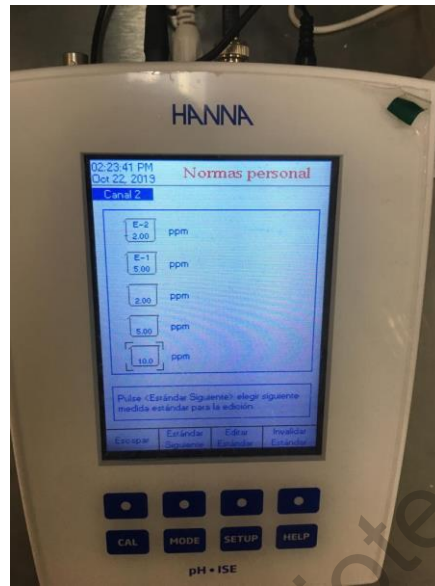


Fig. 2 Curva de calibración en potenciómetro HANNA HI5222.

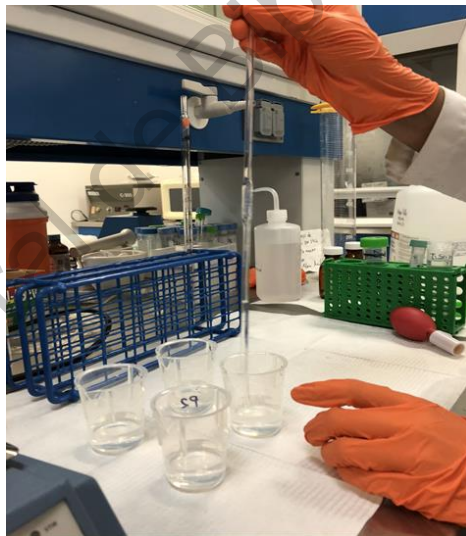


Fig. 2 Preparación de los estándares con 2 ml de solución TISAB II.

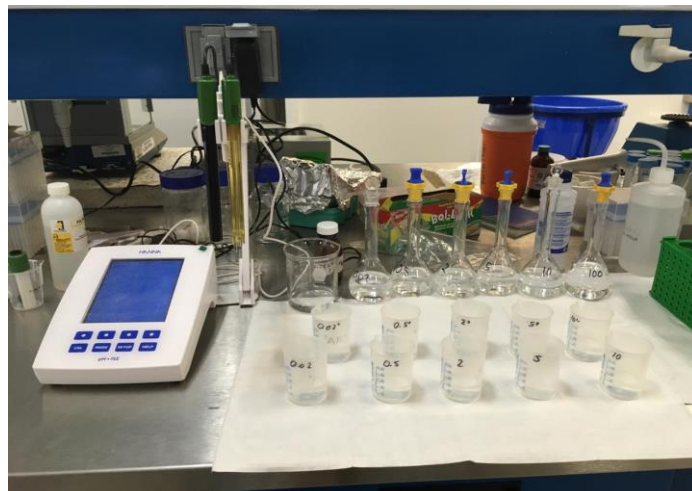


Fig. 2.1 Estándares y sus duplicados antes de la lectura.

Después se realizó la lectura de cada uno de los estándares registrándolos en el equipo con la finalidad de ir calibrándolo para obtener confiables lecturas de las muestras. Es importante mencionar que se debe tener mínimo 20 ml de solución para sumergir los electrodos aproximadamente 2 cm, sino se cubre el electrodo con este volumen de muestra no se logrará hacer la lectura.

### **Fabricación de muestras de resina.**

Se prepararon los discos para cada uno de los intervalos de tiempo en que fueron evaluados. Se fabricaron 48 discos de 2mm X 5mm. (Fig. 3). Configurados sobre un molde de plástico prefabricado con mencionadas medidas y se fotocuraron inmediatamente con lámpara (Elipar, 3M ESPE) con una intensidad de luz emitida de 400mW/cm<sup>2</sup> de por 20 segundos. (Fig. 3.1).

Una vez conformados se pesaron cada uno de ellos en una balanza analítica, para asegurar la homogeneidad del peso (Fig. 3.2). Posteriormente se colocaron 6 discos en cada frasco ámbar de cristal de 75ml y se aforaron con agua desionizada a 50ml. En total se prepararon 8 muestras con esta composición. (Fig. 3.3)

Cada una de las 8 muestras se dejó en reposo a temperatura ambiente según los tiempos de evaluación. Concorde a la literatura las muestras debían permanecer a 37 grados centígrados, pero se realizaron pruebas piloto y no se encontraron diferencias significativas al dejar las muestras a temperatura ambiente. (Fig. 3.4)



Fig. 3 Fabricación de muestra de resina 2mmx5 mm ACTIVA BioACTIVE.

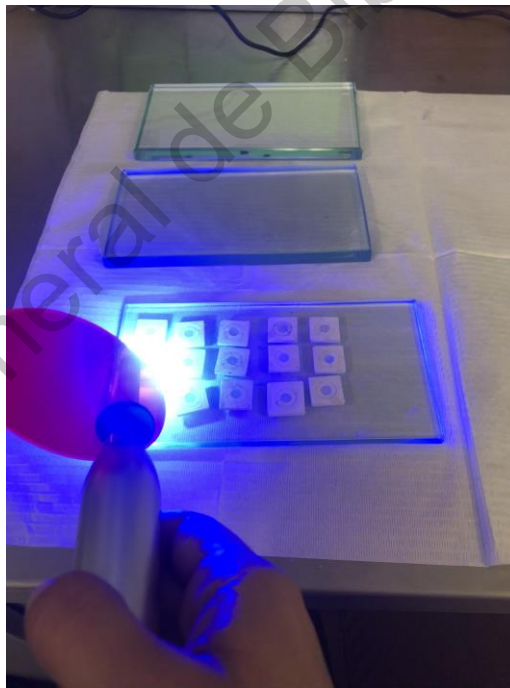


Fig. 3.1 Polimerización por 20 segundos con una intensidad de luz emitida de 400mW/cm<sup>2</sup> por la lampara de fotocurado Elipar, 3M ESPE





Fig. 3.2 Pesado de muestras en balanza analítica



Fig. 3.3 Aforado con 50 ml de agua desionizada



Fig. 3.4. Almacenamiento de las muestras a temperatura ambiente.

Se decidió elaborar las muestras de resina cada vez que se iba evaluar cada uno de los seis intervalos de tiempo debido a que el flúor es un compuesto demasiado volátil y prevenir cualquier alteración en su lectura.

#### **Lectura de las muestras de resina a través del método potenciométrico de ión selectivo (ISE).**

Se colocó todo por duplicado utilizando 20 ml de la muestra y 20 ml para el duplicado en un vaso de precipitado de 50 ml. Se agregó solución TISAB II en una relación 1:10 o 10% a cada una de las muestras es decir 2 ml tanto para la muestra como para su duplicado (Fig. 4)

Se colocaron agitadores magnéticos para que el flúor estuviera lo más disperso posible durante la toma de lectura. Se sumergió aproximadamente 2 cm los electrodos y la sonda de temperatura sobre la muestra obteniéndose primeramente la lectura de la muestra original, seguida del duplicado, cuando la pantalla indicó estable la lectura, se registró el valor en ppm. (Fig. 4.1).

Posteriormente se limpió el electrodo con agua destilada entre cada toma de lectura para no generar interferencias. (Fig. 4.2)



Fig. 4. Preparación de muestras y su duplicado para lectura.



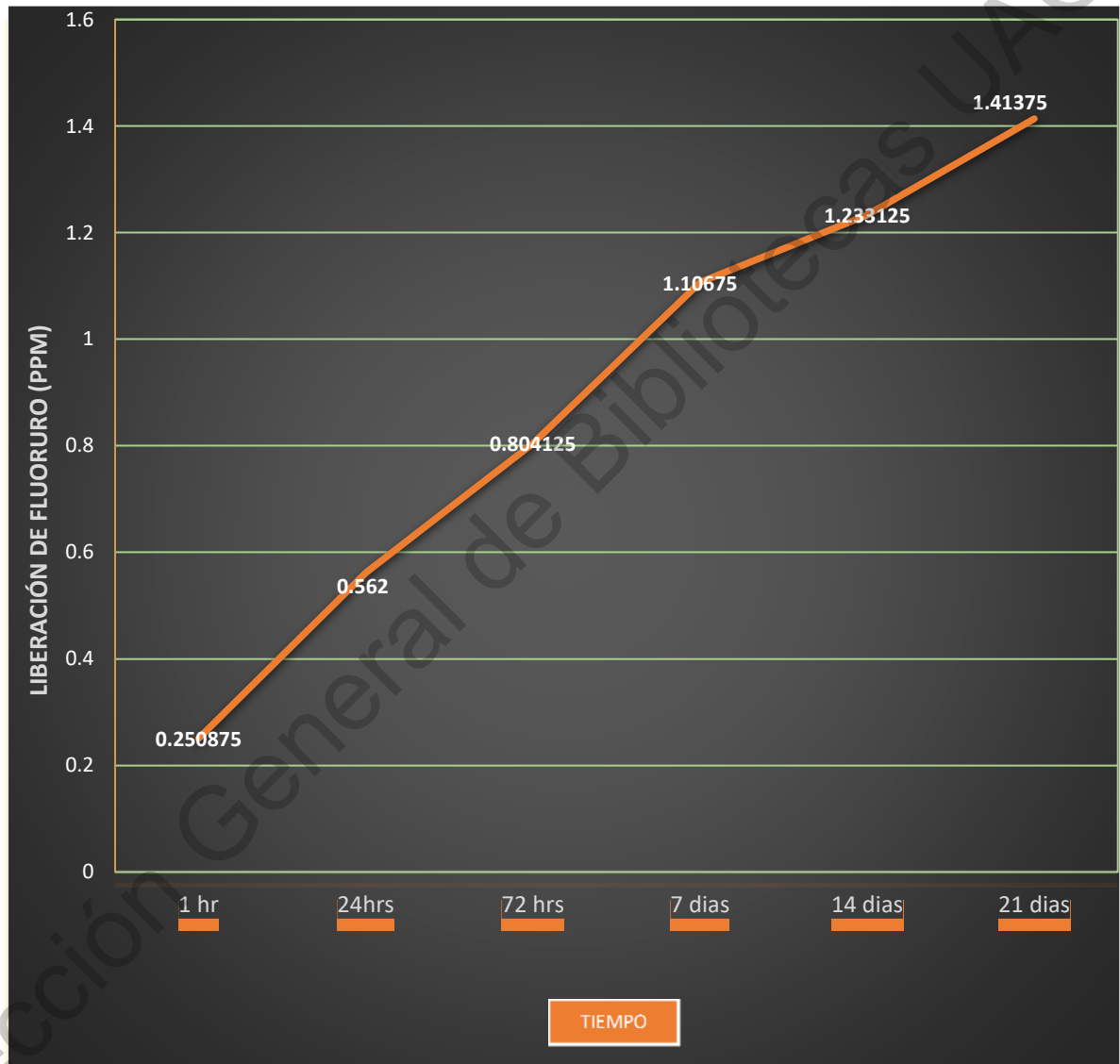
Fig. 4.1 Muestra sumergida en el electrodo de selectivo, sonda de temperatura y electrodo de referencia.



Fig. 4.2 Limpieza de los electrodos y sonda de temperatura con agua destilada

## VII. Resultados

Fig. 5: Liberación de fluoruro (ppm) por parte de la resina ACTIVA BioACTIVE restaurativa en los seis intervalos de tiempo.



	1 hr	24 hrs	72 hrs	7 días	14 días	28 días
<b>ACTIVA BioACTIVE</b>	(n=8) 0.250875 ± 0.043	(n=8) 0.562 ± 0.068	(n=8) 0.804 ± 0.051	(n=8) 1.067 ± 0.189	(n=8) 1.233 ± 0.145	(n=8) 1.413 ± 0.147

En la Fig.5 se observa gráficamente la cuantificación en ppm de la resina, en donde hubo un incremento gradual de 0.3 ppm en cada medición entre la primera hora y 24 horas ; 24 hrs y 72 hrs; 72 hrs y 7 días . Del séptimo día en adelante siguió habiendo liberación de flúor, aunque en menor cantidad. Determinando así, que su poder de liberación fue mayor durante los primeros 7 días; sin embargo, no mostró una cantidad relevante de fluoruro en los seis intervalos de tiempo.

Dirección General de Bibliotecas UFR

## VIII. Discusión

La acción del fluoruro en el proceso de contrarrestar la caries ha sido de gran estudio considerándolo actualmente como el principal y más usado agente anticariogénico existente.

Los materiales de restauración con la propiedad de liberación de flúor han abierto un campo de investigación generando el interés por su estudio debido a que dicha capacidad química ayuda en la reducción de la caries secundaria siendo esta la causa principal del fracaso restaurativo tanto en pacientes pediátricos como en adultos.

Previos estudios han cuantificado el efecto liberador sobre los materiales restaurativos, Desde su creación en 1972 por Wilson y Kent el ionómero de vidrio convencional ha sido la base para el desarrollo de nuevos y más complejos materiales dando como consecuencia un amplio estudio de sus propiedades. El objetivo del presente estudio fue cuantificar y evaluar la liberación de fluoruro de la resina "ACTIVA BioACTIVA restaurativa" en seis intervalos de tiempo.

Reportan que los ionómeros de vidrio químicamente puros liberan una gran cantidad de fluoruro en un periodo inicial para posteriormente tener un decline al tercer día determinando este fenómeno como "Efecto de explosión", por lo cual a las 24 hrs de su medición las muestras de ionómero de vidrio químicamente puro liberaron 72 ppm y a los 28 días 4.54 ppm. A diferencia de nuestra investigación este estudio mostró una mayor cantidad acumulada de fluoruro ; sin embargo siendo un análisis similar por la cuantificación de la propiedad se debe resaltar que la estructura química de un ionómero de vidrio puro en su mayoría posee en su composición química un relleno pequeño y soluble de fluoroaluminato de sílice que ayuda a tener una mayor liberación por parte de este tipo de ionómero pero a

su vez provoca una disminución en su dureza explicando así su alta tasa de fractura lo que lo hace muy diferente a la de una resina (Burgess et al. 2002; Rodríguez et al. 2015).

Zebic et al. (2018) Realizaron la comparación de materiales restaurativos de ionómeros de vidrio híbridos (EQUIA Forte) y de una resina modificada con ionómero (Fuji II LC) obteniendo un valor de 9 ppm por parte del EQUIA Forte y 10.4 ppm del Fuji II LC a la primera hora de almacenamiento. Analizando los datos con nuestro estudio, el compuesto ACTIVA Bioactive restaurativa a base de resina sin ninguna modificación, liberó 0.2 ppm a la hora de almacenamiento. Las condiciones del estudio fueron diferentes, pero se logró concordar con éste que la composición estructural de un material entre más básica y con menor densidad sea, presentará una liberación de fluoruro más pronunciada. Recordando que un compuesto de resina posee una red de polímeros entrelazados con cadena de polialqueonato obstaculizara el potencial de desprendimiento de fluoruro esto puede llegar a explicar el bajo nivel de liberación.

Itota et al. (2007) Llevaron a cabo un estudio con materiales más complejos en su composición, un giomero (Reactmer paste), compomero (Dyract AP) y una resina compuesta Xeno CF. El cual los tres materiales tuvieron un incremento significativo de fluoruro hasta a las 24 hrs, a diferencia del comportamiento de ionómeros de vidrio. Los resultados de este estudio fueron similares a los reportados en el nuestro, teniendo que la resina compuesta Xeno Cf a los 9 días liberó 0.6 ppm, a los 16 días 0.73 ppm, a los 23 días 0.59 ppm y el días 31 0.99 ppm mientras que nuestra resina ACTIVA Bioactive liberó 1.1 ppm a los 7 días, 1.23 ppm a los 14 días y 1.41 ppm a los 21 días, mostrando un mayor liberación de flúor aunque por muy poca cantidad. Esta investigación tuvo como conclusión que siendo la resina el material con menor liberación del todo el grupo de materiales evaluados fue debido a que la matriz de resina tiene una mayor dificultad en la absorción y difusión del ion flúor comparada con una matriz ionomerica.



Los resultados del presente estudio al ser relacionados con otros autores variaron principalmente por el tipo de material evaluado, las condiciones establecidas durante el plan de procesamiento y el tamaño de las muestras, no obstante a esto, se concluyó que la composición de la estructura química de un material entre más simple sea tendrá un mayor efecto liberador de fluoruro tal es el caso de la mayoría de ionómeros convencionales y algunos modificados con resina que contienen fluoruoaminosilicato un compuesto bastante soluble que continuamente libera y recarga fluoruro al igual que su estructura interna porosa que permite el flujo del agua a través del material y por ende la disolución de la carga de fluoruros en el tejido tratado. Sin embargo, dicha característica afecta negativamente sus propiedades mecánicas de resistencia a la compresión necesitando un continuo remplazo de la restauración.

Hasta la fecha se sabe que la resina ACTIVA Bioactive es un compuesto enriquecido con biovidrio y fortificado con una resina polimérica de caucho patentado. El material no contiene bis-GMA, bisfenol A o derivados de BPA, y por lo tanto la hace más biocompatible que otros materiales resinosos. Según el fabricante cuenta con una reacción de neutralización ácido-base como el de un ionómero de vidrio, autocurado y curación ligera de la matriz. Su composición y estructura química exacta no han sido revelados por el fabricante resultando difícil explicar ampliamente su mecanismo de acción. Finalmente se concuerda con el estudio de Porenczuk en que este material tiene muy poca capacidad de liberación de fluoruro comparado a otros materiales, se apoya la idea en que la presencia de resinas hidrofílicas en el material como el HEMA podrían conducir a la desintegración de las partículas de biovidrio lo cual disminuirá la liberación. Otra posible causa a considerar son sus diferentes propiedades como es el caso de la alta resistencia a la compresión sustentada por su compleja red polimérica que dificulta la solubilidad de la sal para liberar fácilmente el flúor al medio al igual que la liberación de Ca y P que a su vez son necesarios para remineralización, pero que deben de estar en sincronía para que el compuesto al liberar estos iones no

muestre un cambio dimensional exagerado como lo llegan hacer algunos ionómeros de vidrio convencionales. (Garoushi et al., 2017; Porenczuk1 et al., 2019).

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## **IX. Conclusiones**

Dentro de las limitaciones de este estudio in vitro, se pudo concluir que la resina ACTIVA BioACTIVA restaurativa presentó un muy bajo nivel de liberación de fluoruro en agua desionizada durante los seis intervalos de medición establecidos en un tiempo máximo de 28 días. Por lo tanto, no debe ser elegido cuando la principal necesidad por parte del clínico sea restaurar el tejido cariado con un material que posea un alto poder de remineralización ya que existen en el mercado otro tipo de materiales que cuentan con una potencia mayor que la resina de nuestro estudio.

Dirección General de Bibliotecas UNO

## IX. Propuestas

Es importante el estudio de las propiedades físicas y química que influyen con mayor repercusión para la selección de los materiales restauradores. El odontopediatra debería tener un conocimiento suficiente para analizar los beneficios y limitaciones de los diversos materiales dentales existentes en el mercado con el fin de tomar decisiones racionales que influirán directamente en la terapéutica de los pacientes, por consiguiente es necesario una mayor indagación que complemente nuestro estudio en donde se evalúen otras importantes propiedades como: liberación de Ca, P, fuerza de compresión, estabilidad dimensional de la resina ACTIVA BioACTIVA restaurativa pues estudios recientes muestran que las mencionadas propiedades están relacionadas con la capacidad liberadora de flúor en vista de ello se podría explicar el porque la resina evaluada no tiene una potente capacidad de liberación.

Con estos estudios se podrá elegir desde una manera basada en evidencias científica con un punto de vista analítico y fundamentado, cada uno de los materiales requeridos para la terapéutica correcta del paciente pediátrico contribuyendo así acertadamente en el manejo de la caries dental.

## X. Bibliografía

Aboush Y E Y, Torabzadeh H. 1998. Fluoride release from tooth colored restorative materials a 12 month report. J Can Dent Assoc. 1998;64(8):561-4, 568.

Araujo FB ., García-Godoy F., Cury JA, Conceição EM. 1996 Fluoride release from fluoride-containing materials. Oper Dent..21(5):185-90.

Bader J., Shugars D., Bonito A. Systematic reviews of selected Dental Caries diagnostic and Management methods. 2001. Journal of Dental Education. 65(10):960-968. • Carvalho AS, Cury JA. Fluoride release from some dental material in different solutions.1999.Oper Dent.24(1):14-9.

Chan J. 2009 .En el conocimiento de la abfracción dental: ¿La etiología y el diagnóstico clínico? .2009.Rev Cient Odontol.5:(2):77-84

Chasteen JE.1986. Prevención de la caries dental. En principios de clínica Odontológica. 2º Edición en Español. México. Editorial El Manual Moderno, S.A.

Dai L, Liu Y, Salameh Z, Khan S, Mao J, Pashley DH, Tay FR. 2011 Can caries-affected dentin be completely remineralized by guided tissue remineralization?. Dent Hypotheses. Jan. 2 (2): 74-82

Davis HB, Gwinner F, Mitchell JC, Ferracane JL. 2014. Ion release from, and fluoride recharge of a composite with a fluoride-containing bioactive glass. Dent Mater. ;30(10):1187–1194.

Derks A, Kujipens-Jagtman AM, Frencken JE.2007.Caries preventive measures used in orthodontic practices: an evidence-based decisión?. Am J OrthodDentofacial Orthop.132:165-70.

Dionysopoulos P, Kotsanos N, Papadogiannis Y, Konstantinidis A. 1998. Artificial secondary caries around two new f-containing restoratives.Oper Dent. 23(2):81-6. •

Escobar F. 1991. Prevención en Odontología Pediátrica. En: Odontología Pediátrica, 1º Edición. Santiago de Chile. Editorial Universitaria.

Ferracane JL, Cooper PR, Smith AJ. Can interaction of materials with the dentin-pulp complex contribute .

Friedl KH, Schmalz G, Hiller KA, Shams M. 1997. Resin-modified glass ionomer cements: fluoride release and influence on Streptococcus mutans growth. Eur J Oral Sci. 105(1):81-5.

•González CC. 2010. The chemistry of caries: remineralization and demineralization events with direct clinical relevance. Dent Clin N .54:469-478

Hadley PC, Billington RW, Pearson GJ, Williams JA. 2000. Effect of monovalent ions in glass ionomer cements on the interaction with sodium fluoride solution. Biomaterials; 21:97—102.

Han L, Cv E, Li M, Niwano K, Ab N, Okamoto A, Honda N, Iwaku M. 2002 .Effect of fluoride mouth rinse on fluoride releasing and recharging from aesthetic dental materials. Dent Mater J; 21:285—95.

Hannig M, Hannig C. 2010. Nanomaterials in preventive dentistry. Nat Nanotechnol .5:565—9.

Manual instructivo del equipo HI5221 & HI5222 Ph/ Mv/ Temperatura de HANNA Instruments.

Mazzaoui SA, Burrow MF, Tyas MJ. 2000. Fluoride release from glass ionomer cements and resin composites coated with a dentin adhesive. Dent Mater; 16(3):166—171.

Mc Donald R, Avery DR.1995. Caries dental en los niños y los adolescentes. En: Odontología pediátrica y del adolescente. Sexta Edición en Español. España. Editorial Mosby/Doyma.

Mehdawi I, Abou Neel EA, Valappil SP, Palmer G, Salih V, Pratten J, Spratt DA, Young AM.2009. Development of remineralizing, antibacterial dental materials. Acta Biomater. .5: 2525-39.

Monterde CM, Delgado RJ, Martinez RM, Guzman CE, Espejel MM. 2002.Desmineralización-remineralización del esmalte dental. ADM .6:220222.

Morrissey RB, Burkholder BD, Tarka SM. The cariogenic potential of several.

NMX-AA-007-SCFI-2001. Análisis de aguas- determinación de fluoruros en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

Paschos E, Kurochkina N, Huth CK, Hansson CS, Rudzki JI. 2009. Failure rate of brackets bonded with antimicrobial and fluoride-releasing, selfetching primer and he effect on prevention of enamel demineralization. Am J Orthod DentofacialOrthop.135:613-20.

Perales S, Guillen C, Loaysa R, Alvarado S, Torres G, Guillen A, Anticona C.2006. The fluorine in the prevention of decay in the temporary teething. fluorated varnishes. Odontol. Sanmarquina. 9(1):31-35.

Prabhakar AR, Paul J, Besappa N. 2010. Comparative evaluation of the remineralizing effects and surface microhardness of glass ionomer cements containing bioactive glass (S53P4): an in vitro study. Int J Clin Ped Dent. 3 (2): 69.

Preston AJ, Higham SM, Agalamanyi EA, Mair LH. 1999. Fluoride recharge of aesthetic dental materials.JOralRehabil; 26:936—40.

Rahaman MN, Day DE, Bal BS, Fu Q, Jung SB, Bonewald LF.2017. Bioactive glass in tissue engineering. *Acta Biomater.* 7(6):2355-73.

Rigalli A., Pera L., Di Loreto V. & Brun L. (2007). Determinación de la concentración de Flúor en muestras biológicas. Edit. UNR.

Silverstone L. Caries dental, etiología, patología y prevención. 1985.México DF 1ªed: Manual Moderno

Suljak JP, Hatibovic-Kofman SA.1996. Fluoride release-adsorption-release system applied to fluoride-releasing restorative materials.*Quintessence Int.* 27(9):635-8.

Svarc-Gajic J, Stojanovic Z, Vasiljevic I, Kecojevic I. 2013. Determination of fluoride in pharmaceutical products for oral hygiene. *J Food Drug Anal.* 384389

Takahashi K, Emilson CG, Birkhed D. 1993. Fluoride release in vitro from various glass ionomer cements and resin composites after exposure to NaF solutions. *Dent Mater*;9:350—4.

Tay FR, Pashley EL, Huang C, Hashimoto M, Sano H, Smales RJ, Pashley DH. The glass—ionomer phase in resin-based restorative materials. *J Dent Res* 2001;80:1808—12.

Ten Cate JM. 1969. In vitro studies on the effects of fluoride on de- and remineralization *J Dent Res.* 614-9.

Tufekci E, Dixon J, Gunsolley J, Lindauer S. 2011. Prevalence of white spot lesion during orthodontic treatment with fixed appliances. *Angle Orthod.* 81:206-210

Verbeeck RM, De Maeyer EA, Marks LA, De Moor RJ, De Witte AM, Trimpeneers LM. Fluoride release process of (resin modified) glass ionomer cements versus (polyacid-modified) composite resins.



Vieira AR, de Souza IP, Modesto A.1999. Fluoride uptake and release by composites and glass ionomers in a high caries challenge situation. Amer J Dent.12(1):14-8.

Xu X, Burgess JO. 2003. Compressive strength, fluoride release and recharge of fluoride-releasing materials. Biomaterials;24:2451—61.

Dirección General de Bibliotecas UAO

## XI. Anexos

### X1.1 Hoja de recolección de datos

TIEMPO		
Muestra	PPM	TEMPERATURA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
PROMEDIO		
D.E		
RANGO		

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## XI.2 Instrumentos

1. Resina A2 ACTIVA BioACTIVE restaurative
2. Pistola de condensación para la resina
3. Moldes de 5 mm de diámetro y 2 mm de espesor
4. Lámpara de fotopolimerizado (Elipar 3M)
5. Espátula
6. Loleta
7. Guantes
8. Cubrebocas
9. Pipeta aforada
10. Piseta con agua destilada.
11. Balanza Analítica
12. Agua Deionizada
13. Vaso de precipitado de 100ml
14. Matraz aforado.
15. Medidor de mesa HANNA HI5222.
16. Electrodo de referencia HI5313.
17. Electrodo de ion selectivo para flúor HI4010.
18. Solución de almacenamiento de relleno para electrodos de referencia HI7082.
19. Electrodo para pH HI1131.
20. Sonda de temperatura.
21. Solución de relleno para electrodo ISE de Flúor HI7075S
22. Un galón de solución TISAB II.
23. Soluciones buffer de pH: 10.01 (2 sobres); 7.01 (4 sobres); 4.01 (2 sobres).
24. Soluciones de limpieza para electrodos de uso general (2 sobres).
25. Estándar de referencia de Flúor de 100ppm de 500ml.

26. 24 vasos de precipitado de plástico autoclavable con capacidad de 50ml.
27. 6 frascos de 500ml de poliuretano para guardar los estándares de la curva de calibración.
28. 2 agitadores magnéticos de 7x2 mm.
29. Jabón Libre de Fosfatos

Dirección General de Bibliotecas UAQ