



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
ESCUELA DE ODONTOLÓGÍA

**ANÁLISIS MORFOLÓGICO DE LA INTERFASE SELLANTE -
ESMALTE DENTAL OBTENIDA CON BIOMATERIALES DE
DISTINTA ESTRATEGIA DE ADHESIÓN**

MARCELA INES VENTURA PEILLARD

Memoria presentada a la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae,
para optar al grado de Magister en Odontología Pediátrica

Profesor Guía: Dr. Alejandro Esteban Oyarzún Droguett

Santiago, Chile

2015

INDICE

Resumen	
Introducción	1
Marco Teórico	4
Diseño Teórico	16
Problema	16
Hipótesis	16
Objetivos	16
Definición de conceptos y variables	17
Material y Método	18
Diseño de la investigación	18
Muestra	18
Método y técnicas	18
Resultados	22
Discusión	35
Conclusión	46
Bibliografía	47

RESUMEN

Introducción:

Los sellantes dentales corresponden a una barrera física que impide el acceso de bacterias y detritus en las fosas y fisuras de los dientes. Existen dos tipos principales de sellantes según la estrategia de adhesión: sellantes de grabado y lavado y sellantes de autograbado, los cuales poseen diferentes características.

Hipótesis:

La estrategia de adhesión es uno de los factores que modifica la interacción de sellantes de fosas y fisuras– superficie del esmalte dental en función del tiempo.

Objetivo General:

Determinar que la estrategia de adhesión modifica la interacción de sellantes de fosas y fisuras – superficie del esmalte dental en el tiempo.

Material y Método:

La muestra está constituida por 44 especímenes (molares y premolares permanentes) obtenida desde el Archivo de la Unidad de Biología Pulpar y Endodoncia de la Universidad Finis Terrae y proviene de un estudio preliminar realizado el año 2008.⁽⁴⁵⁾ Los especímenes presentaban sellantes realizados con diferente estrategia de adhesión y fueron analizados y procesaron para estudiar las características de la interfase sellante – esmalte dental, desde una perspectiva morfológica. Los especímenes fueron observados mediante un microscopio estéreo Nikon C-LEDS LV-TV y luego fueron cortados para ser observados en un microscopio AxioStar (Zeiss, Germany), registrando las imágenes mediante una cámara digital, para ser comparados con las fotografías obtenidas en el estudio preliminar del año 2008.

Resultados:

Los sellantes de autograbado Enamel Loc (Premier) evidenciaron un color café oscuro, una textura superficial irregular, falta de cobertura de las fosas y fisuras, borde cavo superficial solevado y desajuste marginal; al corte se observó que los sellantes no lograron infiltrar la totalidad de las fosas y fisuras en varios especímenes y que existía una brecha entre el sellante y la superficie del esmalte, la cual se extendía en algunos especímenes a lo largo de todo el sellante.

Los sellantes de grabado y lavado Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE) presentaron un color café claro, una textura superficial regular, una cobertura total de las fosas y fisuras, borde cavo superficial adherido al esmalte y ajuste marginal; al corte de los especímenes se observó una infiltración total del sellante en la mayoría de las fosas y fisuras del esmalte.

Conclusión:

La estrategia de adhesión modifica la interacción de sellantes de fosas y fisuras – superficie del esmalte dental en el tiempo, influyendo en la micromorfología de la interacción sellantes – esmalte dental. La composición distinta de los sellantes, se relaciona con las diferentes modificaciones en la interacción sellante – esmalte dental, en el tiempo.

INTRODUCCIÓN

La caries es una enfermedad multifactorial, dinámica y altamente prevalente dentro de la población, que afecta tanto a dientes permanentes como temporales.^(1,2)

La caries dental se define como los signos y síntomas ocasionados por una disolución química de la superficie dentaria debido a eventos metabólicos ocurridos en el biofilm o placa dental que cubre el área afectada. Esta destrucción puede afectar al esmalte, dentina o cemento dental y sus manifestaciones son diversas.⁽²⁾

El biofilm se caracteriza por presentar una actividad microbiana continua, que produce diversos eventos metabólicos con fluctuaciones de pH en sus fluidos.⁽²⁾ Variaciones en las condiciones nutricionales, como la ingesta de hidratos de carbono fermentables, generan un aumento del metabolismo del biofilm y un descenso del pH, lo cual produce una pérdida del contenido mineral de la superficie del esmalte.⁽²⁾

La caries dental se genera donde se desarrolle y perdure en el tiempo el biofilm, e implica, en una primera instancia, una pérdida gradual del contenido mineral del esmalte, que se traduce en una alteración estructural de los prismas y puede llegar a la destrucción total de los tejidos dentarios.^(2,3)

El biofilm logra madurar y permanecer en el tiempo en áreas de la boca en que está más protegido frente la acción mecánica de la lengua y mejillas, la abrasión de los alimentos y la higiene oral.⁽²⁾ La superficie oclusal corresponde al área más afectada por la caries dental, ya que su morfología propicia la instalación del biofilm, especialmente en los surcos y fisuras.^(1,2,4,5) Las fisuras de la cara oclusal de los dientes se presentan de diversas profundidades y formas (en “V”, “U”, “I”), siendo las redondeadas y más superficiales las que se dan con mayor frecuencia.^(4,5,6)

El enfoque actual de la caries dental, es principalmente preventivo. Existen diversas formas de prevención de la caries dental, dentro de los cuales los sellantes de fosas y fisuras son el método mayormente utilizado en Odontopediatría y corresponden a una barrera física que impide el paso de restos de alimentos, microorganismos y otros, hacia el interior de las fosas y fisuras. ^(1,7)

Los sellantes surgen a partir de la utilización de técnicas adhesivas, las cuales se remontan al año 1970, cuando el científico Michael Buonocore dio origen a la adhesión y utilizó por primera vez la técnica de grabado ácido del esmalte y un material resinoso de metilmetacrilato para sellar las fosas y fisuras de los molares. ^(6,8,9)

Hoy en día, se ofrecen diferentes materiales para la realización de sellantes de fosas y fisuras, basados en las distintas estrategias de adhesión existentes; es de suma importancia conocer sus ventajas y desventajas, para elegir el biomaterial que mejor se adapte a los requerimientos y necesidades de nuestros pacientes. ^(1,7)

Existen dos tipos principales de sellantes según la estrategia de adhesión: sellantes de grabado y lavado y sellantes de autograbado. ⁽¹⁰⁾ Se ha descrito en la literatura la ventaja operacional que presentan los sellantes de resina de autograbado, debido a la reducción los pasos operatorios y tiempo clínico, lo cual es altamente beneficioso en el área de la Odontopediatría. Sin embargo, los sistemas de autograbado proporcionan un grabado del esmalte poco profundo, con una disolución parcial de los cristales de hidroxiapatita y una zona híbrida de menos de 200 nm. ⁽¹¹⁾

Se debe analizar la longevidad de los sellantes de autograbado para conocer si sus beneficios clínicos se relacionan o no con la durabilidad en el tiempo. En la literatura no existen estudios a largo plazo que comparen la longevidad de sellantes de resina de autograbado y de grabado y lavado en dientes permanentes.

Maher y col. realizaron un estudio *in vivo* en molares primarios, los cuales fueron tratados con sellantes con adhesivos autograbantes y con sellantes convencionales con técnica de grabado y lavado sin la utilización de adhesivo; los resultados no mostraron diferencias significativas entre la permanencia de los sellantes con estas dos técnicas adhesivas durante un tiempo de 12 meses.⁽¹²⁾ Estos hallazgos concuerdan con aquellos encontrados por Nielsen y col. en la investigación de sellantes con adhesivos autograbantes en molares primarios.⁽¹³⁾

En el área de Ortodoncia, Goracci y col. realizaron una investigación *in vitro*, en la cual se detectó que la fuerza adhesiva de brackets cementados con cementos de resina con adhesivo autograbante disminuyó considerablemente luego del proceso de termociclado, en comparación con brackets cementados con cementos de resina con adhesivos de grabado y lavado; esto indicaría que la retención en el tiempo de los brackets con adhesivos autograbantes es deficiente.⁽¹⁴⁾ Este estudio concuerda con otra investigación realizada *in vitro* con resinas con adhesivos autograbantes en esmalte, la cual concluyó que la fuerza adhesiva al utilizar adhesivos autograbantes es menor al compararla con resinas que utilizaron la técnica de grabado y lavado.⁽¹⁵⁾ Zhang y col. también detectaron una disminución de la retención de sellantes con adhesivos autograbantes realizados *in vivo* en molares primarios luego de 18 meses.⁽¹⁶⁾

El objetivo del presente trabajo es probar la hipótesis, que la estrategia de adhesión es uno de los factores que modifica la interacción de sellantes de fosas y fisuras-superficie del esmalte dental en función del tiempo desde una perspectiva morfológica.

MARCO TEÓRICO

1. Esmalte

El esmalte dental es un tejido hipermineralizado, microcristalino y microporoso (con un volumen de 0,1% de poros), que presenta una extremada dureza y gran resistencia mecánica; corresponde a un tejido acelular, avascular y aneuronal, lo cual determina que frente a injurias físicas, químicas o biológicas, el esmalte responda con pérdida de sustancia y nula regeneración.^(17,18,19)

El esmalte dental maduro de dientes permanentes está compuesto en un 96% por materia inorgánica, un 3% de agua y un 1% de materia orgánica en peso.^(17,18,19)

La porción inorgánica del esmalte está compuesta por cristales de hidroxiapatita, que corresponden a un fosfato de calcio cristalino constituido por iones de carbonato dispuesto a modo de cristales, los cuales se distribuyen desde límite amelodentinario a la superficie del esmalte.^(17,18,19)

Cada cristal de hidroxiapatita está formado a su vez por una línea central de fosfato octacálcico, sobre la cual se disponen durante la amelogénesis, miles de subunidades repetidas denominadas celdillas unitarias de la molécula de hidroxiapatita.^(17,18,19)

Las unidades estructurales del esmalte dental son: el esmalte prismático y el esmalte interprismático.^(17,19) Los prismas son un conjunto de cristales de hidroxiapatita que estaban descritos antiguamente como hexágonos conformados por una cabeza, cuello y cola al corte transversal.⁽¹⁸⁾ Actualmente se ha descrito que el prisma corresponde a una estructura cilíndrica de 4 a 5 micrones de diámetro, que se extiende desde el límite amelodentinario hasta la superficie del esmalte y que se observan de forma circular al corte transversal y como bandas o líneas al corte longitudinal.^(17,20) Los cristales de hidroxiapatita que conforman el esmalte prismático se orientan paralelos al eje longitudinal del prisma.⁽¹⁷⁾ El

esmalte interprismático rodea completamente al esmalte prismático y está compuesto por cristales de hidroxiapatita, que se disponen en una angulación de 40 a 65° con respecto al eje longitudinal del prisma.⁽¹⁷⁾

2. Odontología adhesiva

Historia

Los inicios de la Odontología Adhesiva tienen lugar en Inglaterra en el año 1950, cuando el químico Oscar Hagger realizó el primer intento de adhesión a estructura dentaria mediante un monómero a base de dimetacrilato del ácido glicerofosfórico.^(11,21)

En Estados Unidos en el año 1955, el científico Michael Buonocore propone el tratamiento del esmalte con ácido ortofosfórico al 85% por 60 segundos seguido de lavado con agua, para preparar la superficie dental y mejorar la adhesión a resinas acrílica.^(9,11,22) Este proceso de desmineralización lograba la limpieza del esmalte y una disolución parcial generalizada de los cristales de hidroxiapatita, creando un patrón retentivo.^(11,23)

En el año 1975 Silverstone propone el concepto de patrones de grabado, los cuales pueden ser de tres tipos:⁽²³⁾

- Tipo I: disolución del centro del prisma (es el más común)
- Tipo II: disolución de la periferia del prisma
- Tipo III: disolución de irregular y superficial de los prismas (provee una menor adhesión)

Rafael Bowen patentó en el año 1962 el bis-GMA, producto de la reacción entre un bisfenol y el metacrilato de glicidilo.⁽²⁴⁾

A pesar de que la técnica de adhesión no ha variado demasiado a través de los años, se han introducido ciertos cambios para mejorar este procedimiento, tales como, disminución del tiempo de grabado ácido de 60 a 15 segundos,

disminución de la concentración de ácido ortofosfórico de 85% a entre 30 y 40% y su presentación en forma de gel para un mejor control del ácido.^(11,25,26)

En el año 1980, Takao Fusayama incorporó el concepto de grabado total, procedimiento que acondicionaba tanto esmalte como dentina, eliminando el barro dentinario y favoreciendo la adhesión, tras la introducción del adhesivo a los túbulos dentinarios, quedando trabado mecánicamente luego de la polimerización.⁽²⁷⁾

Nobuo Nakabayashi describió en el año 1982 la formación de una capa híbrida, la cual consistía en una mezcla de colágeno y adhesivo de 3 a 6 μm de grosor, que se formaba tras la infiltración del adhesivo en la zona desmineralizada por el ácido fosfórico en la dentina.⁽²⁸⁾ Esta descripción originó la teoría de la hibridización dentinaria, que afirma que la adhesión a dentina se da mediante la retención micromecánica de la resina en la red colágena luego de polimerizar.⁽¹¹⁾

Durante los años 70, comienzan a fabricarse diversos adhesivos, cuya finalidad era mejorar la adhesión a los tejidos dentarios. Así surgen los adhesivos llamados de primera, segunda, tercera, cuarta, quinta, sexta y séptima generación, cuyas diferencias radican en las distintas asociaciones del ácido ortofosfórico, primer y bonding, existiendo adhesivos con diferente cantidad de botellas y pasos operatorios.⁽¹¹⁾

Sano, en el año 1994 descubre la nanofiltración, que corresponde a espacios nanométricos producidos en la base de la capa híbrida, generados posiblemente por una falta de infiltración de la resina en la dentina desmineralizada o por remoción de resina poco polimerizada por parte de fluidos orales o dentinarios.⁽²⁹⁾ A partir de este descubrimiento nacen los adhesivos autoacondicionadores o autograbados, los cuales tienen por finalidad disminuir la profundidad de la capa desmineralizada de la dentina, favoreciendo la penetración completa del adhesivo en la capa desmineralizada; sin embargo, su efecto en el esmalte no estaba suficientemente claro.⁽²⁹⁾

Los adhesivos autoacondicionadores están compuestos por monómeros acídicos polimerizables, los cuales simultáneamente acondicionan e impriman el esmalte y la dentina antes de polimerizar.⁽³⁰⁾

Desde otra perspectiva, el investigador Dennis Smith utiliza por primera vez en el año 1967, el Cemento Policarboxilato de Zinc en la estructura dentaria, el cual se unía químicamente a ella.^(31,32) Este cemento estaba constituido principalmente por Óxido de Zinc en el polvo y ácido poliacrílico en el líquido.^(31,32)

A partir del Cemento Policarboxilato de Zinc, en el año 1972, Wilson y Kent, desarrollan el primer Vidrio Ionómero, mezclando el componente del polvo del silicato (vidrio de alúmina y sílice), con el líquido del caboxilato (ácido poliacrílico), el cual se adhiere mediante los grupos carboxilatos al calcio del tejido dentario.^(31,32)

En el año 1989 Sumita Mitra asocia las resinas compuestas a los Vidrio Ionómeros, y cinco años más tarde Mc Clean y col. los denominan Vidrio Ionómeros modificado con Resina.^(31,32)

Adhesión a esmalte

El mecanismo básico de adhesión dental implica la remoción de mineral del tejido dentario, generando microporos y el reemplazo de este por monómeros de resina, los cuales quedan localizados dentro de éstos, otorgando un engranaje micromecánico entre el diente y el material adhesivo.^(10,11)

La Odontología Adhesiva presenta tres pilares básicos; el primero es el acondicionamiento de la superficie dental mediante ácido ortofosfórico entre 30% y 37%, el cual logra activar la superficie del esmalte, aumentando su energía superficial, y desmineralizar y disolver la matriz inorgánica de hidroxiapatita, generando microporos.^(11,23,33,34,35) El ácido ortofosfórico genera una reacción ácido base producto de la cual se forman sales solubles de fosfato de calcio, desmineralizando y produciendo una pérdida irreversible del tejido superficial, de 5

a 12 μm de profundidad. Este mecanismo depende de la concentración y tiempo de aplicación del ácido.⁽¹¹⁾ El segundo pilar es la aplicación de un imprimante o primer, que corresponde a un agente promotor de la adhesión, el cual está formado por monómeros como el HEMA, disueltos en un solvente tipo acetona, alcohol o agua, con características hidrófugas e hidrófilas.^(11,33) El tercer pilar corresponde a la aplicación de un adhesivo o bonding, el cual es un agente polimerizable formado por monómeros hidrófugos como el Bis-GMA, que actúan como intermediario entre el primer y el material restaurador.^(11,33)

Existen diferentes patrones de acondicionamiento adamantino:⁽²³⁾

- Tipo 1: desmineralización intraprismática
- Tipo 2: desmineralización interprismática
- Tipo 3: desmineralización irregular y superficial, que genera poros de mayor amplitud. Se produce con un mayor tiempo de grabado y no ofrece un adecuado sustrato para la retención micromecánica de los sistemas adhesivos basados en monómeros hidrófugos.

Los patrones tipo 1 y 2 generan microporos de 10 a 25 μm de profundidad y 1,5 a 3 μm de amplitud; pueden producirse en un mismo diente y dependen de las características de mineralización de las superficies adamantinas.⁽²³⁾

El acondicionamiento del esmalte permite la obtención de un sustrato de alta energía superficial, que es capaz de unirse al adhesivo que posee baja tensión superficial.^(11,34,35) Para una óptima adhesión se requiere la presencia de esmalte limpio y ausencia de contaminación con saliva.^(36,37)

La imprimación del esmalte con un monómero, genera que éste quede retenido al interior de los microporos en forma de microtags, mediante una unión micromecánica, los cuales se ubican en los espacios prismático e interprismático; este fenómeno es llamado hibridización del esmalte.⁽¹¹⁾ Los monómeros hidrófugos o bonds y los monómeros hidrófilos-hidrófugos o primers, se introducen en el esmalte desmineralizado y al ser fotopolimerizados, se transforman en un material

sólido resinoso, que queda retenido por trabazón micromecánica.⁽¹¹⁾ Los microtags de resina miden entre 5 y 10 μm de largo.⁽¹¹⁾

Estrategias de Adhesión

Existen tres mecanismos de adhesión descritos por Van Meerbeek y col:⁽¹⁰⁾

1. Adhesivos de grabado y lavado

Son caracterizados por presentar una primera etapa de acondicionamiento de los tejidos dentarios, en la cual se utiliza generalmente ácido ortofosfórico entre 30% y 40%; luego se lava, eliminando totalmente el ácido.⁽¹⁰⁾ El segundo paso operatorio consiste en la aplicación del primer y el tercer paso en la aplicación de una resina adhesiva o bonding.⁽¹⁰⁾ Esta misma técnica puede presentarse simplificada en dos pasos: acondicionamiento y primer-bonding combinados en una sola botella.⁽¹⁰⁾

2. Adhesivos de autograbado

Se caracteriza por el uso de ácido que no es lavado posteriormente; puede ser de dos tipos: un paso operatorio (aplicación de ácido-primer-bonding en una sola botella) o dos pasos operatorios (aplicación de una botella con primer autograbante (ácido-primer) y luego aplicación de una segunda botella con el bonding).⁽¹⁰⁾ Esta técnica puede realizarse mediante dos tipos de autoacondicionadores: fuertes o suaves.⁽¹⁰⁾ El autoacondicionador fuerte posee un pH menor a 1 y es capaz de generar un mecanismo adhesivo y una ultraestructura similar a la generada con el adhesivo de grabado y lavado.⁽¹⁰⁾ El autoacondicionador suave posee un pH de alrededor de 2 y es capaz de disolver parcialmente el tejido dentario, por lo que un cierto número de cristales de hidroxihapatita permanecen sin capa híbrida; grupos específicos de carboxilo y fosfato del monómero funcional interactúan con esos cristales de hidroxiapatita residuales.⁽¹⁰⁾

3. Vidrio Ionómero

El Vidrio Ionómero es el único material que se une por si solo al tejido dentario.⁽¹⁰⁾ El tratamiento previo con ácido polialquenoico remueve el barro dentinario y expone las fibrillas colágenas hasta una profundidad de 0,5 a 1 μm ; esto permite una adhesión micromecánica basada en el principio de hibridización.⁽¹⁰⁾ Los grupos carboxilos del ácido polialquenoico interactúan con los iones de calcio de la hidroxiapatita del tejido dentario, permitiendo una adhesión química entre ambos.⁽¹⁰⁾ El polímero del Vidrio Ionómero llamado policarboxilato, es de alto peso molecular, por lo que su capacidad para infiltrar el tejido dentario es baja, lo cual genera una capa híbrida más superficial que la obtenida mediante las resinas.⁽¹⁰⁾

3. Sellantes

Definición

Los sellantes dentales corresponden a una barrera física producida por un procedimiento clínico en el cual se introduce un material en las fosas y fisuras de dientes susceptibles a caries, formando una capa protectora que impide el acceso de bacterias y detritus en su interior, facilitando la higiene dental.^(1,7,38)

Historia

El origen de los sellantes se remonta al año 1895, cuando Wilson rellena las fosas y fisuras con un cemento de fosfato de zinc.⁽¹⁾

En el año 1923 Hyatt realiza un tratamiento llamado odontotomía profiláctica, que consistía en desgastar las fosas y fisuras profundas sanas, para luego rellenarlas con algún tipo de material adhesivo.⁽¹⁾

Más tarde, Bodecker en el año 1929 propone la eliminación mecánica de las fosas y fisuras para promover la autoliempieza.⁽¹⁾

En 1955, Buonocore describe la técnica del grabado ácido, dando origen a la Odontología Adhesiva.^(9,11,39) A partir de este invento, se probaron diversos materiales para ser adheridos a esmalte, sin lograr grandes resultados, hasta que en el año 1962, Bowen desarrolla una resina en base a bis-GMA (producto de reacción entre un Bisfenol y el metacrilato de glicidilo).⁽³⁹⁾ Más tarde, en el año 1965 Cueto y Buonocore desarrollaron un material para fosas y fisuras en base a una mezcla de monómero de metil metacrilato con polvo de cemento de silicato, con un previo grabado con ácido fosfórico al 50% con 7% de óxido de zinc.⁽³⁹⁾

Esta primera técnica adhesiva de Buonocore fue utilizada para sellar fisuras de molares, actuando como un agente preventivo de caries dental.^(11,39,40)

En los años venideros, diversos científicos realizaron sellado de lesiones cariosas y evidenciaron que no continuaba su progresión, creándose los sellantes terapéuticos.⁽¹¹⁾

Clasificación de los sellantes

Los sellantes pueden ser clasificados según el tipo de material utilizado en:

A. Sellantes en base a Resinas:

Los sellantes en base a resina presentan una composición bastante variada según la marca comercial, pero todos tienen en común el estar formados por resinas de baja viscosidad, lo cual les proporciona mayor fluidez y penetración en las fosas y fisuras.⁽⁴¹⁾

De acuerdo al método de polimerización, existen dos tipos principales:

- Autopolimerizables o de autocurado: sellantes que polimerizan químicamente y que se activan mediante un iniciador como el peróxido de amida.^(1,41)
- Fotopolimerizables o de fotocurado: contienen iniciadores fotosensibles.^(1,41)

Los sellantes en base a resinas pueden presentarse con o sin relleno; el relleno se agregó con la finalidad de mejorar la dureza superficial y disminuir el desgaste de los sellantes, pero diversos estudios demuestran que los sellantes sin relleno tendrían una mejor penetración, retención y menor microfiltración que los sellantes con relleno.^(1,41)

Otra característica de los sellantes en base a resinas es su presentación como material transparente u opaco colorido, lo cual entrega ventajas en cuanto a la visualización de las fosas y fisuras en el caso de los sellantes transparentes o de un mejor control del sellante en el tiempo en caso de los opacos coloridos.⁽⁴¹⁾

Los sellantes pueden contener fluoruros, los cuales son liberados en el tiempo, principalmente dentro de las primeras 24 hrs.⁽⁴¹⁾ Estudios demuestran que su efecto principal tendría lugar en el fondo de las fosas y fisuras, por lo que podrían ayudar a remineralizar caries incipientes en esa zona.⁽⁴¹⁾

B. Sellantes en Base a Vidrio Ionómero:

Este biomaterial está compuesto por un polvo en base a sílice y alúmina y por un líquido en base a ácido polialquenoico, los cuales se combinan para formar el Vidrio Ionómero.^(1,32)

Se comenzaron a utilizar debido a su capacidad para liberar flúor al fraguar, el cual logra difundir hacia el esmalte del diente, logrando una actividad cariostática.⁽¹⁾ Presentan baja resistencia a las fuerzas oclusales.^(1,42)

Los Vidrio Ionómeros convencionales son de autocurado. Con el fin de mejorar sus propiedades, se crearon en los años 90 los Vidrio Ionómeros modificados con resina de foto polimerización.⁽³²⁾

Indicaciones y contraindicaciones

Los sellantes de fosas y fisuras está, indicados principalmente en paciente de alto riesgo de caries en dientes primarios o permanentes con fosas y fisuras profundas (molares, premolares y fosas palatinas de incisivos superiores).^(38,43,44) Se indican también en fosas y fisuras con forma retentiva natural, en dientes con hipoplasias o hipomineralizaciones y dientes geminados o fusionados con surcos pronunciados.^(38,43,44) Pacientes con alta frecuencia de ingesta de azúcares, xerostomía o uso de aparatología fija de ortodoncia, también requieren de la aplicación de sellantes de fosas y fisuras.^(38,43,44) En último término, la aplicación de sellantes se utiliza además de manera terapéutica en lesiones de caries de esmalte de fosas y fisuras.^(38,43,44)

Los sellantes están contraindicados en fosas y fisuras que permitan una adecuada higiene con el cepillo dental y en pacientes donde sea imposible lograr aislamiento del campo operatorio en caso de sellantes en base a resina.^(38,43,44)

Morfología de la interfase esmalte-sellante

Las morfología de la interfase esmalte-sellante está dada principalmente por la acción del ácido ortofosfórico, el cual disuelve parcialmente los cristales de hidroxiapatita del esmalte, creando un patrón nano-retentivo en base a microporos.^(11,23)

La ultraestructura de la interfase esmalte-resina en el esmalte no cortado grabado con ácido ortofosfórico es muy compleja, ya que coexiste esmalte prismático y aprismático en la misma superficie.⁽⁴⁶⁾ El esmalte aprismático se encuentra en la superficie del esmalte y está formado por cristales de hidroxiapatita de menor tamaño que aquellos del esmalte prismático; es más resistente al grabado ácido, debido a que los cristales de hidroxiapatita se disponen de forma paralela, lo cual permite una mayor densidad de cristales en dicha superficie y, además, no hay materia orgánica interprismática, a través de la

cual el ácido logra difundir rápidamente hacia la subsuperficie.^(11,47) El esmalte aprismático tiene un patrón de grabado irregular.⁽¹¹⁾ El esmalte prismático presenta un patrón de grabado más regular, que va a depender de la concentración del ácido y del tiempo de grabado.⁽¹¹⁾

La resina del sellante es capaz de infiltrar el esmalte dental y penetrar en los microporos y formando micro tags de resina; logra introducirse en los espacios prismático e interprismáticos, generando una capa híbrida en el esmalte.⁽¹¹⁾

Los sistemas de autograbado generan un patrón de grabado menos pronunciado que los sistemas de lavado y grabado, por lo que el largo de los micro tags de resina va a ser menor.⁽⁴⁸⁾

El área de superficie se ve aumentada principalmente debido a penetración del material resinoso en los microporos creados mediante el gravado ácido del esmalte.^(49,50)

En un estudio preliminar realizado en la Unidad de Biología Pulpar y Endodoncia de la Universidad Finis Terrae en el año 2008, se realizó una investigación, en la cual se analizó la microfiltración en sellantes con diferentes estrategias de adhesión.⁽⁴⁵⁾ La muestra estaba compuesta por 44 molares y premolares, los cuales fueron divididos en dos grupos, I y II.⁽⁴⁵⁾ Los especímenes del grupo I fueron tratados con sellante de autograbado Enamel Loc (Premier), mientras que los especímenes del grupo II fueron tratados con sellante de grabado y lavado Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE) .⁽⁴⁵⁾ Todos los especímenes fueron sometidos a 100 ciclos de termociclado y luego fueron sumergidos en una solución de Nitrato de Plata Amoniaco durante 24 hrs.⁽⁴⁵⁾ Los especímenes fueron desgastados en sentido vestíbulo-lingual y fueron analizados mediante un microscopio estereó.⁽⁴⁵⁾

Los resultados de este trabajo muestran un 95% de microfiltración en los sellantes de autograbado Enamel Loc (Premier) y un 15% de microfiltración en los

sellantes de grabado y lavado Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE), con diferencias estadísticamente significativas.⁽⁴⁵⁾

Sin embargo, en ese estudio no se observaron detalles morfológicos de la interacción del biomaterial con la superficie dental. Además, la interacción entre ambas superficies en función del tiempo no fue estudiada.

DISEÑO TEÓRICO

1. Problema

¿Qué factores modifican la morfología de la interacción de sellantes de fosas y fisuras – superficie del esmalte dental en función del tiempo?

2. Hipótesis

La estrategia de adhesión es uno de los factores que modifica la interacción de sellantes de fosas y fisuras – superficie del esmalte dental en función del tiempo.

3. Objetivos

i. Objetivo general

Determinar que la estrategia de adhesión modifica la interacción de sellantes de fosas y fisuras – superficie del esmalte dental en el tiempo.

ii. Objetivos específicos

- Reexaminar la morfología macroscópica de la interfase biomaterial-esmalte de sellantes de grabado y lavado en el tiempo.
- Reexaminar la morfología macroscópica de la interfase biomaterial-esmalte de sellantes de autograbado en el tiempo.
- Observar las características microscópicas de la interfase biomaterial-esmalte de sellantes de grabado y lavado en el tiempo.
- Observar las características microscópicas de la interfase biomaterial-esmalte de sellantes de autograbado en el tiempo.

- Relacionar la microfiltración con las características histomorfológicas del esmalte dental.

4. Definición de conceptos y variables dependientes e independientes

Variables dependientes:

- i. Morfología de la interfase biomaterial-esmalte.

Variables independientes:

- ii. Estrategia de adhesión de sellantes de fosas y fisuras.
- iii. Tiempo post operatorio.

MATERIAL Y MÉTODO

1. Diseño de la Investigación

La investigación corresponde a un estudio experimental descriptivo.

2. Muestra

La muestra está constituida por 44 especímenes (molares y premolares permanentes) obtenida desde el Archivo de la Unidad de Biología Pulpar y Endodoncia de la Universidad Finis Terrae y proviene de un estudio preliminar realizado el año 2008.⁽⁴⁵⁾

3. Métodos y Técnicas

Los especímenes se seleccionaron del Archivo de la Unidad de Biología Pulpar y Endodoncia de la Universidad Finis Terrae en el año 2014. Estos especímenes fueron procesados en el año 2008 de acuerdo con el siguiente protocolo:⁽⁴⁵⁾

- 1) Se realizó la exodoncia de los molares y premolares permanentes, los cuales fueron mantenidos en suero fisiológico a temperatura ambiente. Luego se eliminaron los restos de tejidos blandos mediante una cureta Gracey y fueron examinados con una lupa para descartar la presencia de caries e hipoplasias en la cara oclusal. Finalmente, los especímenes fueron almacenados en suero fisiológico a 35°C.
- 2) Las superficies de esmalte de todos los especímenes fueron higienizadas con escobilla a baja velocidad y posteriormente fueron lavadas con agua por 10 segundos.
- 3) Se aplicó cianocrilato (Super Bonder, Loctite) en los ápices de los especímenes y las superficies radiculares fueron pinceladas con tres

capas de barniz de uñas color uva (Colorama Maybelline New York), con el fin de evitar la filtración de tinción a través del ápice radicular y/o conductos laterales.

- 4) Los especímenes fueron divididos en dos grupos de 22 especímenes cada uno, grupo I y grupo II, respectivamente. Los especímenes del grupo I fueron tratados con sellante de autograbado Enamel Loc (Premier) y los especímenes del grupo II fueron tratados con sellante de grabado y lavado Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE). La preparación de los especímenes y aplicación de los sellantes fue realizado por un único operador según las indicaciones del fabricante:

- 4a) Grupo I: sellante de autograbado Enamel Loc (Premier): se secaron las superficies de los especímenes y se aplicó el sellante, el cual fue distribuido con la punta aplicadora por las fosas y fisuras. Se esperaron 15 segundos y se fotopolimerizó por 30 segundos.

- 4b) Grupo II: sellante de grabado y lavado Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE): se utilizó la técnica de grabado y lavado con ácido ortofosfórico al 37% durante 30 segundos, lavado por 60 segundos y secado vigoroso con jeringa triple. Luego se aplicó el sellante y se fotopolimerizó por 30 segundos.

En ambos grupos la fotopolimerización se realizó mediante una lámpara LED (Radii SDI, Bayswater, Victoria, Australia), con una intensidad que se mantuvo sobre los 450 mW/cm^2 , medido con radiómetro para lámpara LED (SDI).

Luego de aplicar los sellantes, se evaluó su ajuste marginal mediante una sonda de caries, la cual no debía retenerse en los bordes del sellante.

La muestra fue almacenada por 24 horas en suero fisiológico a 35°C .

- 5) Todos los especímenes fueron sometidos a 100 ciclos de termociclado bajo la siguiente secuencia: 30 segundos a 15°C y 30 segundos a 47°C.
- 6) Todos los especímenes fueron sumergidos en una solución de Nitrato de Plata Amoniaco, de acuerdo con la fórmula de Tay y col.⁽⁵¹⁾ Se disolvieron 25 gr. de Nitrato de Plata Amoniaco en 25 ml de agua destilada, obteniéndose una solución de color negro. Se agregó una solución concentrada de Hidróxido de Amonio al 28%, hasta aclararla; luego se diluyó la solución con agua destilada hasta llegar a una concentración de 50%, con un pH de 9.5. ⁽⁵¹⁾ Los especímenes de cada muestra fueron sumergidos en esta solución durante 24 hrs. a 37°C en completa oscuridad. Transcurrido ese tiempo, los especímenes fueron lavados con agua destilada por 1 minuto y luego fueron sumergidos en una solución reveladora de radiografías (KodakGBX) por 8 horas expuesto a luz fluorescente.⁽⁵¹⁾ A continuación se lavaron nuevamente los especímenes con agua destilada por 1 minuto y se almacenaron en formaldehído al 10%.
- 7) Los especímenes fueron desgastados en sentido vestibulo-lingual con discos diamantados de metalurgia de grano medio (800 grit), llegando aproximadamente al centro del surco mesio distal.
- 8) La muestra tratada con los sellantes de ambas estrategias de adhesión, permaneció almacenada en frascos durante 6 años en ambiente seco, a temperatura ambiente.

El protocolo descrito fue realizado para la observación de la microfiltración de sellantes realizados con diferente estrategia de adhesión en el año 2008.

En este estudio, los mismos especímenes se analizaron y procesaron para estudiar las características de la interfase sellante – esmalte dental, desde una perspectiva morfológica. Para estos efectos, los especímenes de la muestra fueron analizados mediante un microscopio estéreo Nikon C-LEDS LV-TV y fueron fotografiados mediante una cámara digital Nikon DS-F1, para luego ser

comparados con las fotografías homólogas de la investigación realizada en el año 2008, analizando la integridad de los sellantes realizados.

A continuación, los especímenes sellados con ambas estrategias de adhesión fueron incluidos en una resina Epóxica Embed 812 (Electron Microscopy Sciens USA) y polimerizados durante 48 horas a 60°C. Se realizaron cortes longitudinales en el plano vestíbulo lingual de 500 micrones de grosor con una máquina cortadora de tejidos mineralizados ISOMET 1000 (Buhler, USA). Los cortes fueron adheridos a un portaobjetos mediante una resina sintética para montaje histológico y luego fueron observados en un microscopio AxioStar (Zeiss, Germany) y fotografiado con una cámara digital enfriada Q Imaging. Las imágenes se guardaron como archivos JPEG. Los cortes fueron desgastados para la observación mediante un microscopio óptico, fueron secados en una estufa por 24 hrs. y fueron sumergidos en xilol, para luego ser observados al microscopio y fotografiado.

RESULTADOS

Análisis Macroscópico

Se analizó la muestra con un microscopio estéreo Nikon C-LEDS LV-TV con aumentos 1x y 2x y se observó que los especímenes, presentaban una superficie del esmalte de color café oscuro.

Todos los sellantes de autograbado Enamel Loc (Premier) evidenciaron un color café oscuro. La textura superficial de los sellantes era irregular, con zonas lisas y otras rugosas debido a pequeñas fosas e irregularidades. Mediante una vista oclusal, se observó que los sellantes no cubrían la totalidad de las fosas y fisuras de la cara oclusal de los especímenes; el borde cavo superficial de los sellantes se observó solevantado, evidenciando el desajuste marginal y resultando en una brecha entre el sellante y la superficie del esmalte, debido a una modificación estructural de la interfase esmalte – sellante. A la vista lateral al corte de los especímenes, se observó una superficie de esmalte café oscura, seguido por un esmalte de color blanco; el borde cavo superficial de los sellantes se observó solevantado y en algunos casos fracturado; se observó una brecha entre el borde cavo superficial y la superficie del esmalte, que en algunas muestras se extendía a lo largo de todo el sellante; bajo los sellantes, a lo largo de las fosas y surcos, se observó un esmalte de color café oscuro, lo cual evidencia la filtración de la tinción. Los sellantes no lograron infiltrar la totalidad de las fosas y fisuras del esmalte en varios especímenes.

Figura 1

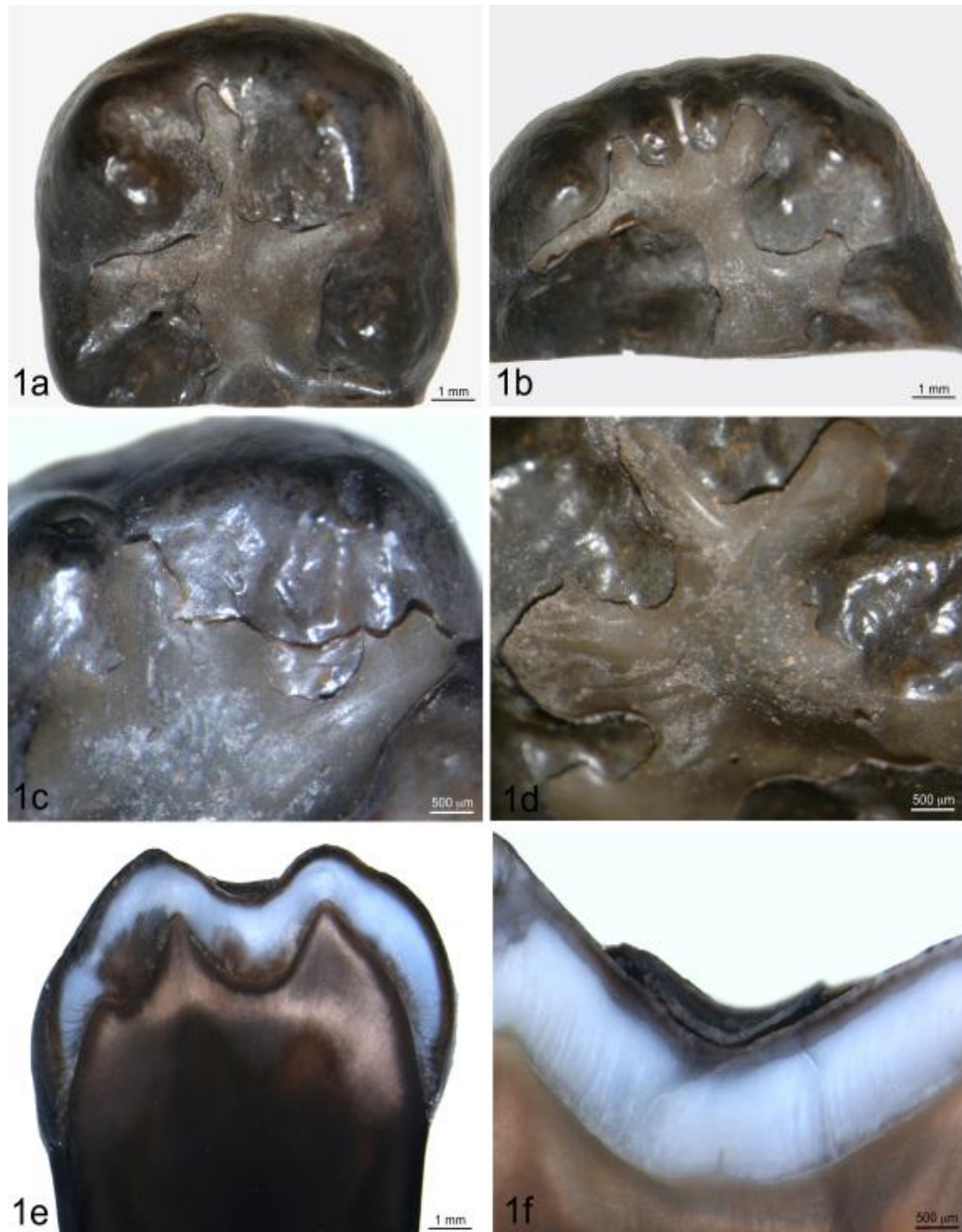


Figura 1. Sellantes Autograbantes Enamel Loc (Premier):

1a. Vista oclusal de sellante de molar permanente con desajuste marginal.

1b. Vista oclusal de sellante de molar permanente con desajuste marginal y modificación estructural de la interfase esmalte – sellante, lo cual ocasiona grandes brechas.

1c. Vista oclusal de sellante de molar permanente con desajuste marginal y fractura del sellante.

1d. Vista oclusal de sellante de molar permanente con desajuste marginal y alteración de la superficie del sellante.

1e Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestibulo-lingual. Se observa desajuste marginal, modificación estructural de la interfase esmalte – sellante y desadhesión del sellante oclusal e infiltración del Nitrato de Plata Amoniacal.

1f. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestibulo-lingual. Se observa gran desajuste marginal, modificación estructural de la interfase esmalte – sellante y desadhesión del sellante oclusal e infiltración del Nitrato de Plata Amoniacal en la totalidad del surco.

Todos los sellantes de grabado y lavado Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE) presentaron un color café claro. La textura superficial de los sellantes era principalmente regular, con algunas zonas rugosas debido a la existencia de pequeñas fosas. Mediante una vista oclusal, se observó que los sellantes cubrían la totalidad de las fosas y fisuras de la cara oclusal de los especímenes; el borde cavo superficial de los sellantes se observó totalmente unido a la superficie del esmalte, evidenciando un perfecto ajuste marginal. A la vista lateral al corte de los especímenes, se observó una superficie de esmalte café oscura, seguido por un esmalte de color blanco; el borde cavo superficial de los sellantes se observó ajustado a la superficie del esmalte; bajo los sellantes no se observó coloración café oscura del esmalte, por lo tanto, la tinción no logró introducirse en las zonas selladas. Los sellantes lograron infiltrar la totalidad de las fosas y fisuras del esmalte.

Figura 2

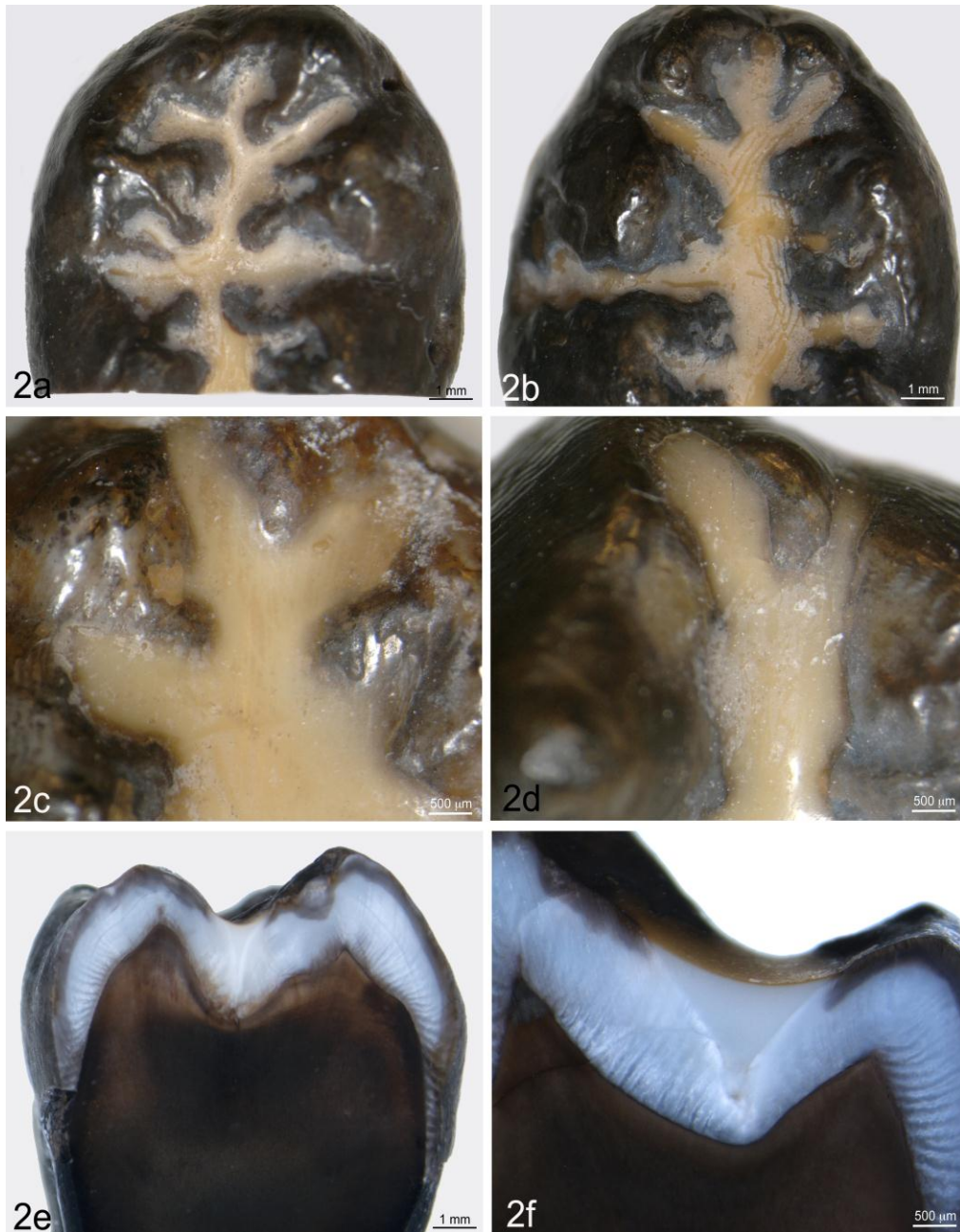


Figura 2. Sellantes de grabado y lavado Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE):

2a. Vista oclusal de sellante de molar permanente perfectamente adherido al esmalte dental.

2b. Vista oclusal de sellante de molar permanente con ajuste marginal.

2c. Vista oclusal de sellante de molar permanente con ajuste marginal, cuya superficie se observa en óptimas condiciones.

2d. Vista oclusal de sellante de molar permanente perfectamente adherido al esmalte dental, cuya superficie se observa en óptimas condiciones.

2e. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestíbulo-lingual. Se observa ajuste marginal. El sellante logra ingresar a la totalidad del surco del esmalte. El Nitrato de Plata amoniacal logra infiltrar solamente los primeros nanómetros de la periferia del esmalte debido a la orientación de los prismas.

2f. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestíbulo-lingual. Se observa ajuste marginal y superficie indemne. El sellante logra ingresar a la totalidad del surco del esmalte. El Nitrato de Plata amoniacal logra infiltrar solamente los primeros nanómetros de la periferia del esmalte debido a la orientación de los prismas.

Análisis Microscópico

La muestra fue analizada con vista lateral al corte mediante un microscopio AxioStar (Zeiss, Germany) con aumentos 4x y 10x.

Los sellantes de autograbado Enamel Loc (Premier) evidenciaron un color café oscuro. Se observó una superficie de esmalte café oscura, seguida por un esmalte de color blanco. El borde cavo superficial de los sellantes se observó sollevantado, completamente desajustado y con presencia de modificaciones estructural de la interfase esmalte – sellante, resultando en una brecha entre el sellante y la superficie del esmalte, la cual se extendía en algunos especímenes a lo largo de todo el sellante hasta llegar al fondo de la fosa. Algunos bordes cavo superficiales se encontraron fracturados. Se observó un esmalte de color café oscuro bajo parte o la totalidad de los sellantes, lo cual evidencia la filtración de la tinción.

Figura 3

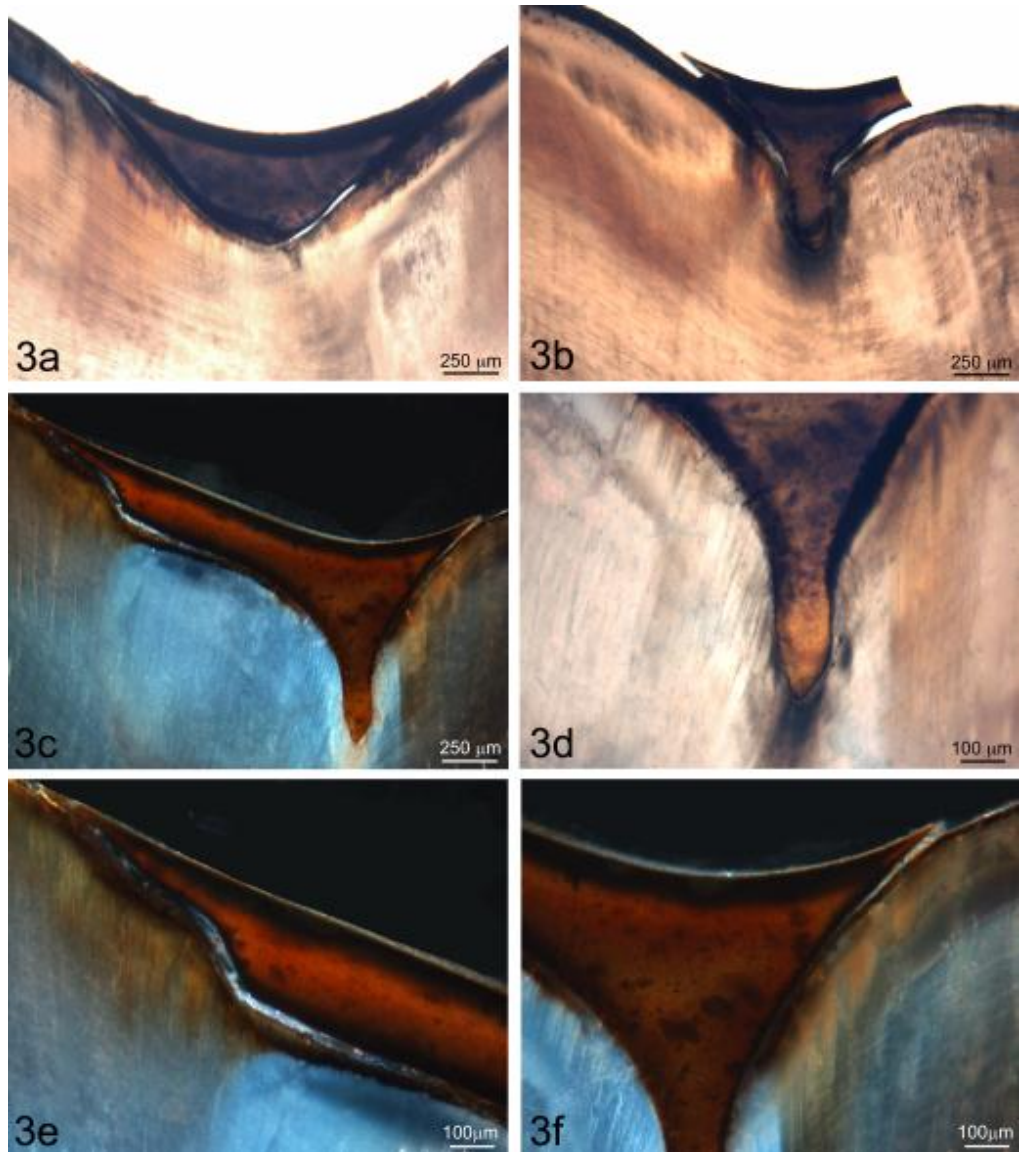


Figura 3. Sellantes Autograbantes Enamel Loc (Premier) al microscopio:

3a. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestíbulo-lingual. Se observa desajuste marginal, modificación estructural de la interfase esmalte – sellante y desadhesión y fractura del sellante oclusal. El Nitrato de Plata Amoniacal logra infiltrar la totalidad del surco.

3b. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestíbulo-lingual. Se observa gran desajuste marginal, modificación estructural de la interfase esmalte – sellante y desadhesión y fractura del sellante oclusal. El Nitrato de Plata Amoniacal logra infiltrar el esmalte dental, invadiendo la totalidad del surco.

3c. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestíbulo-lingual. Se observa desajuste marginal y desadhesión del sellante oclusal. El Nitrato de Plata Amoniacal logra infiltrar el esmalte dental bajo el sellante.

3d. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestíbulo-lingual (aumento de imagen 3c). Se observa la infiltración del Nitrato de Plata Amoniacal, que abarca todo el surco del esmalte.

3e. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestíbulo-lingual (aumento de imagen 3c). Se observa desajuste marginal, modificación estructural de la interfase esmalte – sellante y desadhesión del sellante oclusal. El Nitrato de Plata logra infiltrar el esmalte dental bajo el sellante.

3f. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestíbulo-lingual (aumento de imagen 3c). Se observa desajuste marginal y desadhesión del sellante oclusal. El Nitrato de Plata Amoniacal logra infiltrar gran parte del esmalte dental.

Todos los sellantes de grabado y lavado Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE) evidenciaron un perfecto ajuste marginal. Se observó una superficie de esmalte oscura, que se introdujo en los primeros tramos bajo el sellante; luego se observó esmalte de color claro. El borde cavo superficial de los sellantes se observó ajustado a la superficie del esmalte. El sellante no logró introducirse en la totalidad de las fosas y fisuras del esmalte.

Figura 4

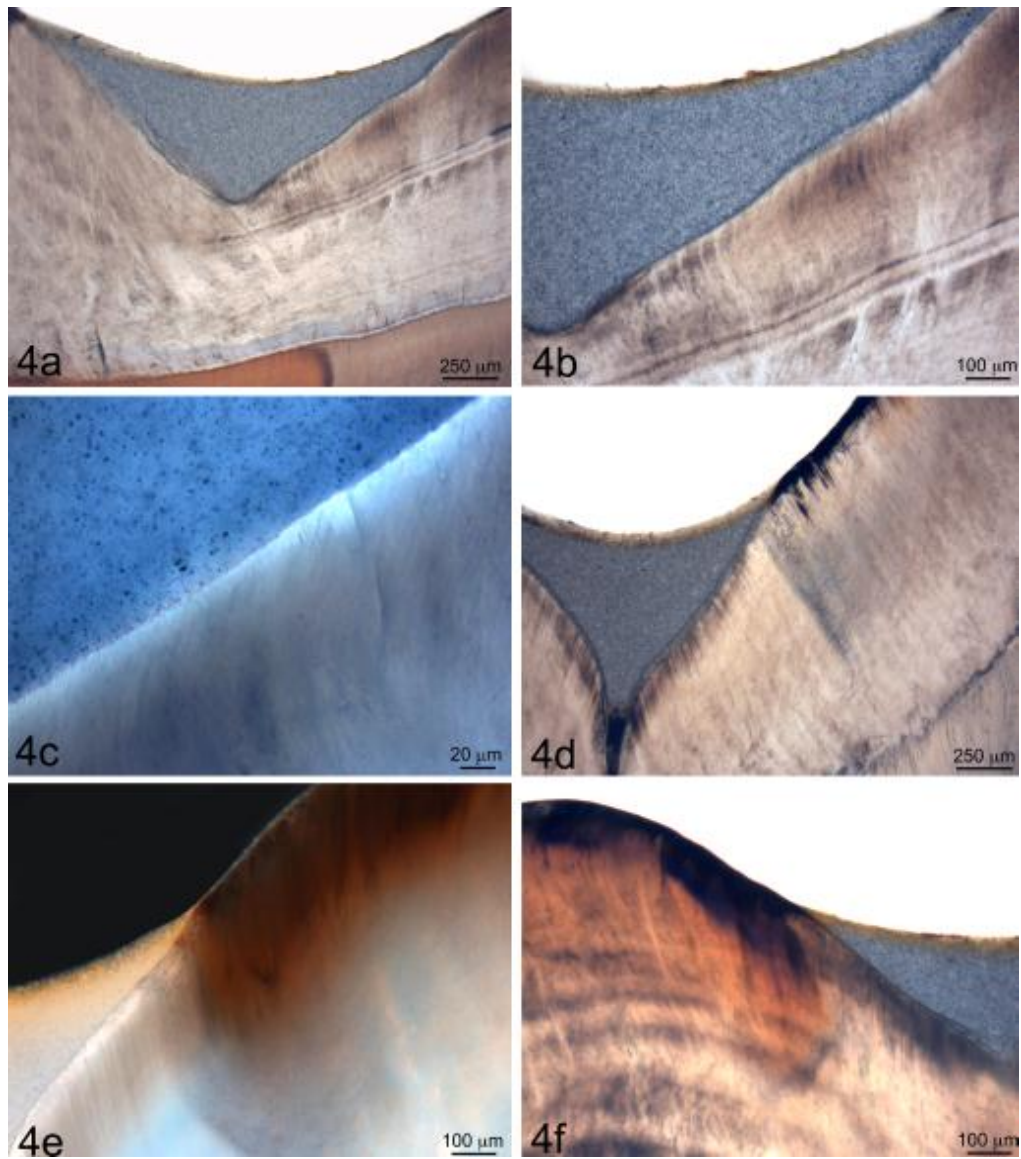


Figura 4. Sellantes de grabado y lavado Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE) al microscopio.

4a. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestíbulo-lingual. Se observa ajuste marginal e integridad del sellante. El sellante logra ingresar a la totalidad del surco del esmalte. El Nitrato de Plata amoniacal no logra infiltrarse bajo el sellante.

4b. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestíbulo-lingual (aumento imagen 4a). Se observa la perfecta adhesión del sellante al esmalte dental y la indemnidad de la superficie del sellante. El sellante logra ingresar a la totalidad del surco del esmalte. El Nitrato de Plata amoniacal no logra infiltrarse bajo el sellante.

4c. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestíbulo-lingual (aumento imagen 4a). Se logra observar la perfecta adhesión del sellante al esmalte dental, sin infiltración del Nitrato de Plata Amoniaca.

4d. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestíbulo-lingual. Se observa ajuste marginal e integridad del sellante. El sellante logra ingresar a la totalidad del surco del esmalte. El Nitrato de Plata amoniacal logra infiltrar los primeros nanómetros del esmalte dental bajo el sellante, debido a la orientación de los prismas. El sellante no logra ingresar en la totalidad del surco y éste se encuentra teñido con nitrato de plata, probablemente debido a la presencia de materia orgánica.

4e. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestíbulo-lingual (aumento imagen 4d). Se observa la perfecta adhesión del sellante al esmalte dental y la indemnidad de la superficie del sellante. El Nitrato de Plata amoniacal logra infiltrar los primeros nanómetros del esmalte dental bajo el sellante, debido a la orientación de los prismas.

4f. Vista lateral de molar permanente desgastado en sentido vestíbulo-lingual (aumento imagen 4d). Se observa la perfecta adhesión del sellante al esmalte

dental. El Nitrato de Plata amoniacal logra infiltrar los primeros nanómetros del esmalte dental bajo el sellante, debido a la orientación de los prismas.

DISCUSIÓN

Una de las mayores preocupaciones en el área de Odontopediatría es la prevención de la caries dental, debido a que es una de las patologías más prevalentes a nivel mundial y afecta a toda la población, sin distinguir sexo o edad; para ello, existen diversos métodos, cuyo objetivo común es impedir que el biofilm logre alterar químicamente la superficie dentaria, preservando así la salud dentaria.^(1,2)

La cara oclusal de los dientes corresponde a una de las principales áreas afectadas por la caries dental debido a su compleja anatomía, por lo tanto, es esencial utilizar barreras preventivas, tales como sellantes de fosas y fisuras, que favorezcan la salud dentaria a este nivel y logren ser eficaces a lo largo del tiempo.⁽¹⁾

El presente estudio, tiene como objetivo, probar la hipótesis que señala que la estrategia de adhesión es uno de los factores que modifica la interacción de sellantes de fosas y fisuras– superficie del esmalte dental en función del tiempo.

De acuerdo con lo anterior, es importante mencionar que todos los sellantes de los especímenes que fueron utilizados, se realizaron *ex vivo* en el año 2008 en condiciones ideales, siguiendo las indicaciones del fabricante, por tanto, no existieron variables clínicas que pudieran afectar la realización de dicho procedimiento. Considerando lo anterior, las diferencias morfológicas observadas entre ambos sellantes realizados con diferentes estrategias de adhesión, no pueden ser explicadas por la influencia de factores propios de la cavidad bucal, tales como: factores biológicos, químicos o físico – mecánicos. Las diferencias entre sellantes se atribuirían, por lo tanto, a características propias del material y el paso del tiempo.

Los especímenes fueron sometidos a 100 ciclos de termociclado a 35 °C, lo que asemeja las condiciones orales, procedimiento de gran importancia para evaluar la microfiltración de los sellantes.

Los especímenes fueron guardados en frascos en un ambiente seco a temperatura ambiente, en condiciones ideales de almacenaje, lo cual indica que las alteraciones generadas en los sellantes, no fueron producto de sobrecarga, mal uso o algún otro factor extrínseco.

En base a los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, se observó que los especímenes presentaban la superficie del esmalte teñida de color café oscuro, lo cual se generó al ser sumergidos en la solución de Nitrato de Plata Amoniaco; esta preparación química, es capaz de penetrar en el esmalte e infiltrar el tejido más superficial, tiñéndolo de color café oscuro.⁽⁵¹⁾

Los sellantes de autograbado presentaban desajustes marginales y modificaciones estructurales de la interfase esmalte – sellantes, evidenciadas al comparar las fotografías tomadas en el año 2008 con aquellas tomadas en el presente estudio; esto indica que los sellantes no se mantuvieron intactos con el paso del tiempo.

El desajuste marginal y las modificaciones estructurales de la interfase esmalte – sellantes de las restauraciones en base a resina compuesta se generan debido a: la forma de la cavidad, calidad de la adhesión, proceso de curado y propiedades visco elásticas de los materiales.⁽⁵²⁾

Los sellantes de los especímenes realizados durante el año 2008 no requirieron desgastes ni modificaciones en la geometría de los surcos y fisuras utilizados, por lo cual, la variable atribuida a la forma de la cavidad, no tiene validez en el presente estudio de investigación.

Las diferentes estrategias de adhesión utilizadas, permiten diferenciar distintas calidades de adhesión. El grabado del esmalte obtenido mediante el

autograbado es de menor profundidad, ya que se genera una disolución parcial de los cristales de hidroxiapatita y una zona híbrida más pequeña, lo cual influye directamente en la fuerza de adhesión del sellante y en su permanencia en el tiempo.^(7,53) Estudios demuestran que el pH de los adhesivos autograbantes es menos ácido que el del ácido ortofosfórico utilizado en la técnica de grabado y lavado, lo cual puede influir en la profundidad y tipo de patrón de grabado.⁽⁵³⁾

En un estudio realizado por Perdigão y col. se analizó el patrón de grabado de sellantes con diversas estrategias de adhesión y se observó que aquellos realizados con estrategia de grabado y lavado presentaban un patrón de grabado prismático e interprismático bien definido, mientras que en los sellantes autograbantes realizados con Enamel Loc (Premier), no se logró grabar suficientemente el esmalte para exponer los prismas, por lo que el patrón de grabado obtenido fue irregular y superficial.⁽³⁰⁾

La polimerización corresponde a la unión de monómeros mediante enlaces covalentes (enlace primario), dando formación a un polímero.⁽⁵⁶⁾ La polimerización de ambos grupos de sellantes fue llevada a cabo mediante fotocurado, utilizando la misma lámpara para ello, por lo que esta variable, no genera diferencias en los resultados obtenidos. Sin embargo, se debe considerar que ambos sellantes, al tratarse de materiales en base a resina compuesta, presentan una contracción de polimerización, la cual perjudica la interfase sellante – superficie del esmalte dental y genera tensión, tanto a este nivel, como dentro del material mismo; dicha contracción de polimerización se realiza hacia la fuente luminosa, provocando stress en la interfase sellante – esmalte dental.^(56,57,58) Además, se debe hacer mención al Factor C, el cual se define como el número de superficies adheridas y no adheridas en una cavidad ($\text{Factor C} = \frac{\text{superficies adheridas}}{\text{superficies libres}}$) e influencia directamente la cantidad de tensión generada en el material adhesivo; los sellantes de fosas y fisuras presentan un Factor C elevado, lo cual también aumenta el nivel de stress de la interfase sellante – esmalte dental.^(57,58)

Otros factores que influyen en la modificación estructural de la interfase esmalte – sellante en el tiempo y en la generación de desajuste marginal, son las

propiedades viscoelásticas del material, dadas por su composición. Los sellantes presentan como componentes principales, monómeros orgánicos y relleno inorgánico, los cuales son los responsables de las características y propiedades de los materiales, y además presentan otros componentes como estabilizadores e iniciadores, entre otros, que colaboran en el proceso de curado y conservación del material.^(52,56)

El sellante de autograbado Enamel Loc (Premier) está compuesto por dos tipos de monómeros orgánicos formadores de cadenas: UEDMA y TEGDMA.⁽⁵⁵⁾ El UEDMA (dimetacrilato de uretano), posee una cadena de monómeros con uno o más grupos uretano y dos metacrilatos al final del grupo; corresponde a un dimetacrilato con un peso molecular intermedio y una estructura esquelética bastante flexible, lo cual le otorga baja viscosidad, contracción de polimerización intermedia y alto grado de conversión (cantidad de enlaces dobles que se convierten en enlaces sencillos al polimerizar, es decir, cantidad de grupos metacrilatos que son polimerizados).^(56,59,60) El TEGDMA (dimetacrilato de trietilenglicol), corresponde a un dimetacrilato de bajo peso molecular con una estructura esquelética muy flexible, lo cual facilita su interacción con moléculas durante la polimerización y le otorga la característica de ser tener una muy baja viscosidad y una contracción de polimerización muy elevada; además, posee un alto grado de conversión.^(54,55,56,61,62)

El sellante de grabado y lavado Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE) presenta Bis-GMA y TEGDMA como monómeros orgánicos formadores de cadenas.⁽⁵⁴⁾ El Bis-GMA (Bisfenol A – glicidil metacrilato), corresponde a un dimetacrilato de alto peso molecular, sintetizado a partir de una resina epóxica (etinelglicol de Bis-fenol-A) y metil metacrilato.^(56,59,62) El Bis-GMA presenta una estructura central rígida (compuesta por dos anillos) y dos grupos OH, lo cual le da la característica de ser altamente estable en el tiempo, extremadamente viscosa a temperatura ambiente y poseer una muy baja contracción de polimerización.^(54,56,59,61) Cuando el Bis-GMA polimeriza, sus anillos centrales evitan que la molécula gire, por lo cual, toma una forma ramificada a

través de la cadena de polímeros.^(56,63) El Bis-GMA posee un menor grado de conversión, pero uno de los dos metacrilatos no polimerizados, es capaz de unirse con enlace covalente a la estructura del polímero.^(56, 64)

El Bis-GMA y el UEDMA se usan como resinas base y el TEGDMA se usa como diluyente para reducir la viscosidad, especialmente en el caso del Bis-GMA.^(56,60)

Charton y col. realizaron un estudio de investigación *in vitro*, en el cual sintetizaron resinas compuestas de fotocurado utilizando diferentes monómeros. Como resultado, obtuvieron que las resinas que poseían sólo Bis-GMA como monómero, presentaron la mayor viscosidad y el menor stress de contracción de polimerización, las resinas en base únicamente a TEGDMA tenían la menor viscosidad y el mayor stress de contracción de polimerización y, las resinas compuestas formadas por UEDMA como único monómero poseían valores intermedios de viscosidad y stress de contracción de polimerización.⁽⁶⁰⁾ Además, se realizaron mezclas de monómeros para conformar diferentes tipos de resinas compuestas en base a Bis-GMA o UEDMA como monómero base y TEGDMA como monómero diluyente y obtuvieron como resultado que a mayor porcentaje de TEGDMA, hay una menor viscosidad y una mayor contracción de polimerización; además observaron que las resinas en base a Bis-GMA y TEGDMA, presentaban una menor viscosidad y menor stress de contracción de polimerización, que aquellas compuestas por UEDMA y TEGDMA, con similar porcentaje de TEGDMA.⁽⁶⁰⁾

Ellakwa y col. realizaron un estudio *in vitro* para investigar las características de resinas compuestas formadas por diferentes monómeros orgánicos y observaron que al aumentar el porcentaje de TEGDMA en resinas formadas por Bis-GMA y TEGDMA, aumentaba la contracción de polimerización; además observaron que en resinas con igual porcentaje de TEGDMA, aquellas formadas por Bis-GMA y TEGDMA poseían una menor contracción de polimerización que aquellas formadas por UEDMA y TEGDMA.⁽⁶²⁾

Dewaele y col. analizaron la contracción de polimerización y el grado de conversión de resinas compuestas por diferentes porcentajes de Bis-GMA y TEGDMA y concluyeron que a medida que aumenta el porcentaje de TEGDMA, aumenta la contracción de polimerización y el grado de conversión.⁽⁶⁵⁾ Estos resultados concuerdan con aquellos obtenidos por Pfeifer y col. al analizar resinas compuestas con diferente cantidad de TEGDMA y Bis-GMA en su composición.⁽⁶³⁾

En un estudio de investigación *ex vivo* realizado por Papakonstantinou y col. en dientes de bovinos, se analizaron las propiedades de diferentes tipos de resinas utilizadas para adherir los brackets a la superficie del esmalte dental. Se observó, que las resinas en base a monómeros de UEDMA y TEGDMA en diferentes proporciones, poseían un mayor grado de conversión que aquella basada exclusivamente en Bis-GMA; además, se evidenció que el grado de conversión no se veía afectado significativamente al variar el porcentaje de UEDMA y TEGDMA de las resinas compuestas. La resina basada únicamente en Bis-GMA obtuvo una mayor fuerza de adhesión a la superficie dentaria en comparación con las resinas en base a UEDMA y TEGDMA.⁽⁵⁹⁾

Otro parámetro importante a evaluar, es la cantidad de relleno que posee el material sellador; altas cantidades de relleno generan una disminución de la contracción de polimerización y una mayor viscosidad del material, lo cual se traduce en una menor capacidad de fluidez y penetración del sellante al interior de las fosas y fisuras.^(56,59,64,66) El sellante Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE) presenta un 5 a 10% de relleno (en peso), lo cual aporta una viscosidad baja del material.⁽⁵⁴⁾ El fabricante del sellante Enamel Loc (Premier) no indica la cantidad de relleno que posee el material, pero podemos inferir que presenta un mayor porcentaje de relleno, debido a que el sellante no logró penetrar la totalidad de los surcos y fisuras de los especímenes.

Fernandes y col. realizaron una investigación *in vivo*, en la cual realizaron sellantes de grabado y lavado en base a resina, en primeros y segundos molares mandibulares permanentes, en jóvenes entre 13 y 15 años de edad. Los sellantes fueron analizados mediante impresiones vistas al microscopio, tanto al momento

de su realización como 6 meses después, encontrando un aumento significativo en la fractura de los sellantes y en el desajuste marginal, transcurridos los 6 meses. Esta investigación confirma la generación de alteraciones de los materiales de sellantes en el tiempo, las cuales no se atribuye a la contracción de polimerización inicial, sino a alteraciones posteriores de los materiales. Los sellantes utilizados presentaban diferente cantidad de relleno y distintos monómeros funcionales de la matriz; el sellante compuesto por Bis-GMA, TEGDMA y un 6% relleno presentó una alta estabilidad en el tiempo, con una integridad marginal significativa. El sellante compuesto por UEDMA y un 7% de relleno, presentó una diferencia significativa en la integridad marginal, debido a la aparición de una brecha marginal en los especímenes, mientras que el sellante compuesto por Bis-GMA, UEDMA y TEGDMA y 43% de relleno, evidenció la mayor falta de integridad marginal y generación de brechas esmalte-sellante luego de transcurridos 6 meses. ⁽⁶⁶⁾ Las características viscoelásticas de los materiales, dadas por su composición, influyen significativamente en la generación de contracción del material en el tiempo. ⁽⁶⁶⁾

Las propiedades viscoelásticas de los sellantes de fosas y fisuras permiten explicar también, los diferentes comportamientos de los materiales y la generación de modificación estructural de la interfase esmalte – sellante. ⁽⁶⁶⁾ El módulo de elasticidad describe la rigidez relativa de un material, por tanto, materiales con altos módulos de elasticidad, tienden a presentar una alta contracción de polimerización. ^(56,66,67) El coeficiente lineal de expansión térmica se define como el cambio de longitud por unidad de la longitud original de un material cuando su temperatura aumenta en 1°C; existen diferencias significativas entre el coeficiente lineal de expansión térmica de los sellantes y del esmalte dental; además, la magnitud de expansión y contracción que sufren los materiales selladores y el diente frente a la temperatura es distinta, lo cual puede producir un desajuste marginal en el tiempo. ^(56,69)

Pereira y col. estudiaron la variación de las propiedades viscoelásticas de las resinas compuestas, al variar el tipo de monómero y la concentración de Bis-

GMA y relleno inorgánico.⁽⁶⁴⁾ Se observó que altas concentraciones de Bis-GMA aumentaban la dureza de la resina compuesta, mientras que al aumentar la concentración de TEGDMA y partículas de relleno, se logró aumentar la resistencia a la flexión y disminuir el módulo de elasticidad.⁽⁶⁴⁾ Además, se observó que a mayor flexibilidad de los monómeros, aumenta la viscosidad y el porcentaje de conversión del material.⁽⁶⁴⁾ Otros estudios concuerdan con estas conclusiones.^(70,71)

De acuerdo a los resultados de este trabajo y las conclusiones obtenidas por otras investigaciones, se puede afirmar que la diferencia en la composición de los sellantes, tanto en los monómeros orgánicos como en la cantidad de relleno inorgánico, afecta las propiedades y el comportamiento de los sellantes de fosas y fisuras a lo largo del tiempo. El sellante de grabado y lavado Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE), presenta una menor contracción de polimerización, lo cual favorece la adhesión en la interfase sellante de fosas y fisuras – superficie del esmalte dental, y presenta mayor estabilidad, debido a que la estructura molecular central rígida del monómero de Bis-GMA, impide su libre movilidad, tanto durante la polimerización, como posterior a ella, otorgándole una gran estabilidad en el tiempo.^(56,62,63) El sellante Enamel Loc (Premier) tiende a sufrir mayor contracción al ser polimerizado, generando tensión a nivel de la interfase sellante de fosas y fisuras – superficie del esmalte dental y presenta poca estabilidad molecular, ya que tanto los monómeros de UEDMA como de TEGDMA, son flexibles y tienden a moverse durante la polimerización y después de ella a lo largo del tiempo.^(56,62,63)

La superficie de ambos sellantes presentó diferencias en cuanto a la textura. Los sellantes de autograbado Enamel Loc (Premier) presentaron una superficie irregular, con áreas lisas y otras rugosas, mientras que la superficie de los sellantes de grabado y lavado Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE) se observó lisa en toda su extensión. Ambos materiales presentaban relleno en base a sílice, pero no se encuentra especificado el tamaño de las

partículas del relleno; se puede inferir que las partículas de relleno del sellante de autograbado son probablemente de mayor tamaño que las del sellante de grabado y lavado, ya que al ser más grandes, generan una superficie rugosa.^(56,61) Las partículas de relleno pequeñas generan superficies lisas, otorgando además una mayor estética.^(56,61)

Al analizar la microfiltración de los sellantes autograbantes, se observó que ésta era de gran magnitud y podía ser observada en cada una de las muestras. El Nitrato de Plata Amoniacal, logró extenderse bajo casi la totalidad de los sellantes, dejando en evidencia la baja capacidad de adhesión a nivel del borde cavo superficial. Esta microfiltración tuvo lugar al realizarse la investigación en el año 2008.

No existe acuerdo entre los investigadores sobre la microfiltración obtenida con sellantes de grabado y lavado versus aquella obtenida mediante sellantes de autograbado. Hay estudios que afirman que la microfiltración no se ve mayormente alterada según la estrategia de adhesión utilizada, por lo que los sellantes de autograbado serían una buena alternativa de tratamiento preventivo para caries dental.⁽¹³⁾ Sin embargo, otros autores demuestran que los sellantes de autograbado tienen mayor microfiltración, lo cual perjudica su permanencia en el tiempo en óptimas condiciones.^(30,69,72)

La fuerza adhesiva es otro parámetro que influye en la permanencia de los sellantes en boca. No existe acuerdo entre los diversos estudios sobre esta propiedad en los sellantes de grabado y lavado y los sellantes de autograbado, encontrándose estudios con resultados completamente opuestos.^(13,69,72)

Los sellantes de grabado y lavado mostraron un perfecto ajuste marginal que impidió el ingreso de Nitrato de Plata Amoniacal al surco dentario, por lo cual la coloración café oscura se limitó a la superficie del esmalte y al primer tramo del esmalte bajo el sellante, dada la orientación de los prismas. El material se encontraba intacto en su superficie y en su extensión, reafirmando la importancia de la composición del sellante y la diferencia en el grabado del esmalte.

Para el estudio microscópico las muestras fueron incluidas en una resina Epóxica Embed 812 (Electron Microscopy Sciens USA) y polimerizadas para fijar los tejidos e impedir que los sellantes se fracturaran o se desprendieran al realizar los cortes mediante la máquina cortadora de tejidos mineralizados ISOMET 1000 (Buhler, USA).

El contacto íntimo entre dos sustancias genera que las moléculas de una, sean atraídas o adheridas por las moléculas de la otra sustancia; este fenómeno se denomina adhesión si estas moléculas son de diferente tipo y cohesión si las moléculas son de igual tipo.⁽⁵⁶⁾ Al observar algunas de las muestras al microscopio, se vió una falla adhesiva de los sellantes de autograbado y el consecuente desajuste marginal. Esta alteración pudo ser constatada, además, mediante la microfiltración de Nitrato de Plata Amoniacal que presentaban los sellantes a lo largo de las fosas y fisuras de los especímenes.

En la literatura no existen trabajos de investigación que comparen la longevidad de sellantes de autograbado y de grabado y lavado en condiciones semejantes.

Maher y col. realizaron un estudio *in vivo* en dientes primarios, en el cual se utilizó sellantes con adhesivos autograbantes y sellantes convencionales de grabado y lavado sin adhesivo; los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas en la permanencia de los sellantes de ambos grupos durante un período de tiempo de 12 meses en boca.⁽¹²⁾

Nielsen NA y col. estudiaron sellantes con adhesivos autograbantes en molares primarios y sellantes convencionales *in vivo*, obteniendo resultados similares en ambos grupos en cuanto a la longevidad.⁽¹³⁾

Zhang S y col. detectaron una disminución de la retención de sellantes con adhesivos autograbantes realizados *in vivo* en molares primarios luego de 18 meses.⁽¹⁶⁾

Goracci C y col. realizaron una investigación *in vitro*, en la cual analizaron la fuerza adhesiva de brackets cementados con cementos de resina con adhesivo autograbante versus brackets cementados con cementos de resina con adhesivos de grabado y lavado, encontrando una disminución de la fuerza adhesiva en el primer grupo luego del proceso de termociclado; esto puede indicar que la retención en el tiempo de los brackets con adhesivos autograbantes es deficiente.⁽¹⁴⁾

Asmussen y col. realizaron una investigación *in vitro* con resinas con adhesivos autograbantes en esmalte, concluyendo que la fuerza adhesiva es menor cuando se utilizan adhesivos autograbantes en comparación con adhesivos de grabado y lavado.⁽¹⁵⁾

La hipótesis de este trabajo de investigación se demuestra por análisis observacional; debido a que la integridad de los sellantes se mantuvo en el 100% de los sellantes de grabado y lavado Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE) y se vio afectada en el 100% de los sellantes de autograbado Enamel Loc (Premier), no se requiere un análisis estadístico.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio de investigación se puede concluir que:

- La estrategia de adhesión modifica la interacción de sellantes de fosas y fisuras – superficie del esmalte dental en el tiempo, influyendo en la micromorfología de la interacción sellantes – esmalte dental.
- La composición distinta de los sellantes, se relaciona con las diferentes modificaciones en la interacción sellante – esmalte dental, en el tiempo.
- El 100% de los sellantes de autograbado Enamel Loc (Premier) realizados in vitro presentan fallas en su integridad marginal y pérdida de material luego de 6 años de ser realizados.
- El 100% de los sellantes de grabado y lavado Concise White Sealant Fotopolimerizable (3M ESPE) realizados in vitro presentan integridad marginal sin pérdida de material luego de 6 años de ser realizados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mejàre I, et al. Caries- preventive effect of fissure sealants: a systematic review. *Acta Odont Scand.* 2003; 61:321-330.
2. Fejerskov O, Kidd E. *Dental Caries, the Disease and its Clinical Management.* 2a.ed. USA: Blackwell Munksgaard; 2008.
3. Guedes Pinto AC. *Rehabilitación Bucal en Odontopediatría, Atención Integral.* Colombia: AMOLCA; 2003.
4. Gali K., Gwinnet A. Three dimensional replicas of pit and fissure morphology in human teeth: scanning electron microscopic study. *Arch Oral Biol.* 1963; 20:493.
5. Gillings B, Buonocuore M. Thickness of enamel at the base of pits and fissures in human molars and bicuspid. *J Dent Res.* 1961; 40:119-133.
6. Symons A, Chu C, Meyers I. The effect of fissure morphology and pretreatment of the enamel surface on penetration and adhesion of fissure sealents. *J Oral Rehab.* 1996; 23:791-798.
7. Azarpazhooh A, Main P. Pit and Fissure Sealants in the Prevention of Dental Caries in Children and Adolescents: A Systematic Review. *JADA.* 2008 March; 74(2):171-177.
8. Buonocure M. Adhesive sealing of pits and fissures for caries prevention, with use of ultraviolet light. *JADA.* 1970, 80:324-328.
9. Cueto EL, Buonocuore MG. Sealing of pits of fissures with an adhesive resin: Its use in caries prevention. *J Am Dent Asso* 1967; 75:121-128.
10. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A Critical Review of the Durability of Adhesion to Tooth Tissue: Methods and Results. *J Dent Res* 2005, 84(2):118-132.
11. Eliades G, Watts DC, Eliades T. *Dental Hard Tissue and Bonding, Interfacil Phenomena and Related Properties.* Alemania: Springer; 2005.

12. Maher MM, Elkashlan HI, El-Housseiny AA. Effectiveness of a self-etching adhesive on sealant retention in primary teeth. *Pediatr Dent*. 2013 Jul-Aug; 35(4):351-4.
13. Peutzfeldt A1, Nielsen LA. Bond strength of a sealant to primary and permanent enamel: phosphoric acid versus self-etching adhesive. *Pediatr Dent*. 2004 May-Jun; 26(3):240-4.
14. Goracci C1, Margvelashvili M, Giovannetti A, Vichi A, Ferrari M. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a new self-adhering flowable resin composite. *Clin Oral Investig*. 2013 Mar; 17(2):609-17.
15. Asmussen E1, Peutzfeldt A. Short- and long-term bonding efficacy of a self-etching, one-step adhesive. *J Adhes Dent*. 2003 Spring; 5(1):41-5.
16. Zhang S, Qin M, Li J. A comparison study on the effect of self-etching adhesive and phosphoric acid fissure sealant in children. *West Ghina J Stomatol*. 2008; 26:630-2.
17. Simmer J, Fincham A. Molecular mechanisms of dental enamel formation. *Crit Rev Oral Biol Med*. 1995; 6(2):84-108.
18. Aoba T. Recent observations on enamel crystal formation during mammalian amelogenesis. *Anat Rec*. 1996; 245:208-218.
19. Marshall A., Lawless K. TEM study of the central dark line in enamel crystallites. *J Dent Res*. 1981; 60(10):1773-1782.
20. Takahisa S. et al. Scanning transmission electron microscopy of developing enamel surfaces on the kitten tooth germs. *J Electron Microsc*. 1983; 32(2):163-171.
21. Hagger O. New catalyst for polymerization of ethylene at room temperature. *Helv Chem Acta*. 1948; 31:1624-1631.
22. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955; 34:849-853.
23. Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res*. 1975; 9:373-387.

24. Bowen RL. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. I. Method of determining bond strength. *J dent res.* 1965 jul-aug; 44:690-5.
25. Retief DH. A comparative study of three etching solutions: effects on enamel surface and adhesive-enamel interface. *J Oral Rehabil.* 1975; 2:75-96.
26. Tay FR, Pashley DH, Peters MC. Adhesive permeability affects composite coupling to dentin treated with a self-etch adhesive. *Oper Dent* 2003; 28:612-623.
27. Fusayama T. Total etch technique and cavity isolation. *J Esthet Dent.* 1992 Jul-aug; 4(4):105-9.
28. Naka. Resin reinforced dentin due to infiltration of monomers into the dentin at the adhesive interface. *J Dent Mat.* 1982; 16:78-81.
29. Sano H, Shono T, Takatsu T, Hosoda H. Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. *Oper Dent.* 1994 Mar-Apr; 19(2):59-64.
30. Perdigão J, Sezinando A, Gomes G. In vitro sealing potential of a self-adhesive pit and fissure sealant. *Quintessence Int.* 2011 May; 42(5):65-73.
31. Beirut N, Frencken JE, Van't Hof MA, Taifour D, Van Palenstein Helderma WH. Caries-preventive effect of a one-time application of composite resin and glass ionomer sealants after 5 years. *Caries Res.* 2006; 40(1):52-9.
32. Winkler MM, Deschepper EJ, Dean JA, Moore BK, Cochran MA, Ewoldsen N. Using a resin-modified glass ionomer as an occlusal sealant: a one-year clinical study. *J Am Dent Assoc.* 1996 Oct; 127(10):1508-14.
33. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater.* 2008 Jan; 24(1):90-101.
34. Asmussen E. Penetration of restorative resins into acid etched enamel. I. Viscosity, surface tension and contact angle of restorative resin monomers. *Acta Odontol Scand.* 1977; 35:175-182.
35. Busscher HJ, Retief DH, Arends J. Relationship between surface-free energies of dental resins and bond strengths to etched enamel. *Dent Mater.* 1987; 3:60-63.

36. Silverstone LM, Hicks MJ, Featherstone MJ. Oral fluid contamination of etched enamel surfaces: an SEM study. *J Am Dent Assoc.* 1985; 110:329-332.
37. Tandon S, Kumari R, Udupa S. The effect of etch-time on the bond strength of a sealant and on the etch-pattern in primary and permanent enamel: an evaluation. *ASDC J Dent Child.* 1989; 56:186-190.
38. American Academy of Pediatric Dentistry. Clinical Affairs Committee - Restorative Dentistry Subcommittee. Guideline on pediatric restorative dentistry. *Pediatr Dent.* 2012 Sep-Oct; 34(5):173-80.
39. Feigal R, Donly K. The use of pit and fissure sealants. *Pediatr Dent.* 2006 Mar-Apr; 28(2):143-50.
40. Buonocore MG, Matsui A, Gwinnett AJ. Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. *Arch Oral Biol.* 1968;13:61-70.
41. Waggoner WF1, Siegal M. Pit and fissure sealant application: updating the technique. *J Am Dent Assoc.* 1996 Mar;127(3):351-61.
42. Beauchamp J, Caufield W, Crall J, Donly K, Feigal R, Gooch B, Ismail A, Kohn W, Siegal M, Simonsen R. Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc.* 2008 Mar; 139(3):257-68.
43. Locker D1, Jokovic A, Kay EJ. Prevention. Part 8: The use of pit and fissure sealants in preventing caries in the permanent dentition of children. *Br Dent J.* 2003 Oct 11; 195(7):375-8.
44. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile. Guía Clínica AUGE: Salud Oral Integral para niños y niñas de 6 años. Minsal, 2013.
45. Harz DM, Oyarzún A. Estudio in vitro de la microfiltración de un sellante de autograbado. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista. Santiago de Chile: Universidad de los Andes, 2008.

46. Kodaka T, Mori R, Miyakawa M. Sequential observations followed by acid etching on the enamel surfaces of human teeth under scanning electron microscopy at low vacuum. *Microsc Res Tech.* 1993; 24:429-436.
47. Kodaka T. Scanning electron microscopic observations of surface prismless enamel formed by minute crystals in some human permanent teeth. *Anat Sci Int.* 2003 Jun; 78(2):79-84.
48. Hannig M, Bock H, Bott B, Hoth-Hannig W. Inter-crystallite nanoretention of self-etching adhesives at enamel imaged by transmission electron microscopy. *Eur J Oral Sci.* 2002; 110:464-470.
49. Lee HL Jr. Adhesion between living tissue and plastics. I. Adhesion of epoxy and polyurethane resins to dentin and enamel. *J Biomed Mater Res.* 1969; 3:349-367.
50. Nygaard VK, Simmelink JW. Ultrastructural study of the resin infiltration zone in acid-treated human enamel. *Arch Oral Biol.* 1978; 23:1151-1156.
51. Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res.* 2002 Jul; 81(7):472-6.
52. Versluis A, Tantbirojin D, Douglas WH. Do dental composites always shrink toward the light? *J Dent Res.* 1998; 77:1435-45.
53. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: Etching effects on unground enamel. *Dent Mater.* 2001; 17:430-444.
54. 3M. Safety Data Sheet. [citado el 15 de Octubre 2014] disponible en http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSuUn_zu8l00x4xt1PxmSlv70k17zHvu9lxtD7SSSSSS--
55. Material Safety Data Sheet. Enamel Loc Self-Etching Light Cured Pit and Fissure Sealant. [citado el 15 de Octubre 2014] disponible en <http://www.premusa.com/Downloadablefiles/MSDS/EnamelLocEnglish.pdf>
56. Anusavice K. *Ciencia de los Materiales de Phillips.* 10ª.ed. México: McGraw Hil International;1999.
57. Cedillo J. Factor C en operatoria dental. *Rev ADM.* 2010; 67(2): 83-87.

58. Borges AL, Borges AB, Xavier TA, Bottino MC, Platt JA. Impact of quantity of resin, C-factor, and geometry on resin composite polymerization shrinkage stress in Class V restorations. *Oper Dent*. 2014 Mar-Apr; 39(2):144-51.
59. Papakonstantinou AE, Eliades T, Cellesi F, Watts DC, Silikas N. Evaluation of UDMA's potential as a substitute for Bis-GMA in orthodontic adhesives. *Dent Mater*. 2013 Aug; 29(8):898-905.
60. Charton C, Falk V, Marchal P, Pla F, Colon P. Influence of Tg, viscosity and chemical structure of monomers on shrinkage stress in light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Dent Mater*. 2007 Nov; 23(11):1447-59.
61. Shalaby SW, Salz U. *Polymers for Dental and Orthopedic Applications*. Florida, USA: CRC Press, Taylor and Francis Group; 2007.
62. Ellakwa A, Cho N, Lee IB. The effect of resin matrix composition on the polymerization shrinkage and rheological properties of experimental dental composites. *Dent Mater*. 2007 Oct; 23(10):1229-35. Epub 2006 Dec 19. Pfeifer CS, Shelton ZR, Braga RR, Windmoller D, Machado JC, Stansbury JW. Characterization of dimethacrylate polymeric networks: a study of the crosslinked structure formed by monomers used in dental composites. *Eur Polym J*. 2011 Feb 1; 47(2):162-170.
63. Pereira S, Osorio R, Toledano M, Nunes T. Evaluation of two Bis-GMA analogues as potential monomer diluents to improve the mechanical properties of light-cured composite resins *Dent Mater*. 2005 Sep; 21(9):823-30.
64. Dewaele M, Truffier-Boutry D, Devaux J, Leloup G. Volume contraction in photocured dental resins: the shrinkage-conversion relationship revisited. *Dent Mater*. 2006 Apr; 22(4):359-65.
65. Fernandes KS, Chalakkal P, de Noronha de Ataíde I, Pavaskar R, Fernandes P, Soni H. A comparison between three different pit and fissure sealants with regard to marginal integrity. *J Conserv Dent*. 2012 Apr-Jun; 15(2): 146–150.

66. Duangthip D, Lussi A. Variables contributing to the quality of fissure sealants used by general dental practitioners. *Oper Dent.* 2003; 28:756–64.
67. Theodoridou-Pahini S, Tolidis K, Papadogiannis Y. Degree of microleakage of some pit and fissure sealants: An in vitro study. *Int J Pediatr Dent.* 1996; 6:173–6.
68. Celiberti P, Lussi A. Use of a self-etching adhesive on previously etched intact enamel and its effect on sealant microleakage and tag formation. *J Dent* 2005; 33:163-171.
69. Musanje L, Ferracane JL. Effects of resin formulation and nanofiller surface treatment on the properties of experimental hybrid resin composite. *Biomaterials.* 2004 Aug; 25(18):4065-71.
70. Gonçalves F, Azevedo CL, Ferracane JL, Braga RR. BisGMA/TEGDMA ratio and filler content effects on shrinkage stress. *Dent Mater.* 2011 Jun; 27(6):520-6.
71. Hannig M, Gräfe A, Atalay S, Bott B. Microleakage and SEM evaluation of fissure sealants placed by use of self-etching priming agents. *J Dent* 2004; 32:75-81.