



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

“Evaluación de la fuerza de adhesión entre una resina fluida y un ionómero de vidrio usados como selladores de superficie.
Estudio *in vitro*.”

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Diploma de la

ESPECIALIDAD EN ODONTOPEDIATRIA

Presenta:

Querétaro, Qro. a 07 de noviembre 2022

EVALUACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN ENTRE UNA RESINA FLUIDA Y UN
IONÓMERO DE VIDRIO USADOS COMO SELLADORES DE SUPERFICIE.
ESTUDIO *IN VITRO*.

2022



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales
de Información



Evaluación de la fuerza de adhesión entre una resina
fluida y un ionómero de vidrio usados como selladores
de superficie: Estudio in vitro.

por

Jorge Arturo Méndez Sánchez

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0
Internacional](#).

Clave RI: MEESC-293331



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad en Odontopediatría

“Evaluación de la fuerza de adhesión entre una resina fluida y un ionómero de vidrio usados como selladores de superficie. Estudio *in vitro*.”

Tesis

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

Presenta:

Dirigido por:

Centro Universitario,
Querétaro, Qro. 07 de noviembre 2022
México

Resumen

Introducción: La palabra “sellador” se refiere a un procedimiento clínico caracterizado por emplear dentro de las fosas y fisuras de los órganos dentales un material capaz de formar una capa protectora adherida micromecánicamente a la superficie adamantina y actúan como barrera mecánica que impide el contacto del esmalte con bacterias y carbohidratos. **Objetivo:** Determinar que material, resina fluida UltraSeal XT® hydro o ionómero de vidrio Fuji Triage ® presenta mayor fuerza de adhesión usados como selladores de superficie. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio experimental *in vitro* de 50 órganos dentarios (OD) premolares superiores e inferiores sanos extraídos por razones ortodónticas divididos en 2 grupos al azar; 25 OD sellados con resina fluida UltraSeal XT® hydro y 25 OD sellados con ionómero de vidrio Fuji Triage ®, se analizaron en la Máquina Universal de Pruebas mediante la prueba de resistencia al cizallamiento a una velocidad de 0.5mm/min. Los resultados se analizaron posteriormente con análisis estadístico t de Student. Una vez realizados los experimentos se desecharon conforme a las Normas para la recolección y transporte de residuos peligrosos biológico-infecciosos en acuerdo al cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002. **Resultados:** Existe una diferencia estadísticamente significativa por lo cual se comprueba que la resina fluida UltraSeal XT® hydro presenta mayor fuerza de adhesión que el ionómero de vidrio Fuji Triage ®. **Conclusiones:** Se demostró que la resina fluida UltraSeal XT® hydro presenta mayor fuerza de adhesión usado como sellador de superficie por lo cual lo convierte en un material de elección, si en cuanto a su propiedad adhesiva se refiere, en comparación con los materiales a base de ionómero de vidrio como el Fuji Triage ®.

Palabras clave: Fuerza de adhesión, ionómero de vidrio, resina fluida, UltraSeal XT® hydro, Fuji Triage ®.

Summary

Introduction: The word "sealant" refers to a clinical procedure characterized by using a material within the pits and fissures of the dental organs capable of forming a protective layer micromechanically adhered to the adamantine surface and acting as a mechanical barrier that prevents contact of the enamel with bacteria and carbohydrates. **Objective:** To determine which material, UltraSeal XT® hydro fluid resin or Fuji Triage ® glass ionomer, has the highest adhesion strength used as surface sealants. **Materials and methods:** An in vitro experimental study of 50 healthy upper and lower premolar teeth (OD) extracted for orthodontic reasons divided into 2 random groups was carried out; 25 OD sealed with UltraSeal XT® hydro flowable resin and 25 OD sealed with Fuji Triage ® glass ionomer, were tested on the Universal Testing Machine by shear strength test at a speed of 0.5mm/min. The results were subsequently analyzed with Student's t statistical analysis. Once the experiments were carried out, they were discarded in accordance with the Norms for the collection and transport of biological-infectious hazardous waste in accordance with the Official Mexican Norm NOM-087-ECOL-SSA1-2002. **Results:** There is a statistically significant difference, which shows that the UltraSeal XT® hydro flowable resin has greater adhesion strength than the Fuji Triage ® glass ionomer. **Conclusions:** It was shown that the UltraSeal XT® hydro flowable resin has greater adhesion strength when used as a surface sealant, which makes it a material of choice, when it comes to its adhesive property, compared to ionomer-based materials. glass such as Fuji Triage ®.

Key words: Bond strength, glass ionomer, flowable resin, UltraSeal XT® hydro, Fuji Triage ®.

Dedicatoria

Dedico esta tesis mis padres

a quienes amo con todo mi corazón por todo el esfuerzo que han hecho para ofrecerme la oportunidad de estudiar una especialidad, oportunidad de cumplir mis sueños y verlos realizar. Dios los bendiga siempre por saber guiar a sus hijos con dedicación, constancia y paciencia.

Bendecidas Aquellas Muestras de afecto de las personas a mi alrededor que me apoyaron siempre en todo momento para que yo pudiera cumplir mis metas.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres por todo su apoyo, amor y motivación a seguir superándome día a día y hermanos por su cariño y alegría en los días difíciles durante mi especialidad.

A mis compañeros de la especialidad con los cuales vivimos muchas experiencias buenas, malas, de risas y lágrimas, pero siempre con nuestros objetivos firmes y claros.

A mis maestros que a lo largo de la especialidad me brindaron todos sus conocimientos, agradezco profundamente a todos y cada uno de ellos por su vocación, paciencia y amor con el que ejercen.

A mi director de tesis , por su disponibilidad y apoyo en todo momento, A mis sinodales quienes son profesionales ejemplares dispuestos a transmitir sus conocimientos a las nuevas generaciones.

Al Dr. por su infinito apoyo desde los primeros días del posgrado. Por su profesionalismo y entrega por esta institución siendo un pilar importantísimo en nuestra formación.

A la Universidad Autónoma de Querétaro, por permitirme formar parte de ella y absorber el conocimiento que me forjará como un profesional bienhechor que hoy sale para brindar el servicio a la población.

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme otorgado una beca para realizar mis estudios de especialidad y su patrocinio para la realización de esta tesis.

Índice

| Contenido | Página |
|---|---------------|
| Resumen | i |
| Summary | ii |
| Dedicatorias | iii |
| Agradecimientos | iv |
| Índice | v |
| I. Introducción | 1 |
| II. Antecedentes/estado del arte | 3 |
| III. Fundamentación teórica | 4 |
| III.1 Esmalte dental | 4 |
| III. 2 Estructura del esmalte dental | 4 |
| III. 3 Fosas y fisuras | 8 |
| III. 4 Consideraciones clínicas de las lesiones cariosas en fosas y fisuras | 9 |
| III. 5 Selladores de fosas y fisuras | 11 |
| III. 6 Origen y evolución de los selladores de fosas y fisuras | 11 |
| III. 7 Propiedades y composición de los selladores de fosas y fisuras | 12 |
| III. 8 Clasificación de los selladores | 15 |
| III. 9 Adhesión | 18 |
| III. 10 Fracaso en la adhesión dental | 21 |
| IV. Hipótesis o supuestos | 22 |
| V. Objetivos | 23 |
| V.1 General | 23 |
| V.2 Específicos | 23 |
| VI. Material y métodos | 24 |
| VI.1 Tipo de investigación | 24 |
| VI.2 Población o unidad de análisis | 24 |

| | |
|--------------------------------|-----------|
| VI.3 Muestra y tipo de muestra | 24 |
| VI.3.1 Criterios de selección | 24 |
| VI.3.2 Variables estadísticas | 25 |
| VI.4 Técnicas e instrumentos | 27 |
| VI.5 Procedimientos | 27 |
| VI.5.1 Análisis estadístico | 32 |
| VI.5.2 Consideraciones éticas | 32 |
| VII. Resultados | 33 |
| VIII. Discusión | 34 |
| IX. Conclusiones | 36 |
| X. Propuestas | 36 |
| XI. Bibliografía | 37 |

I. Introducción

La caries dental es una enfermedad multifactorial causada por la alteración en la composición de la bacteria biopelícula, lo que conduce a un desequilibrio entre los procesos de desmineralización y remineralización y manifestado por la formación de lesiones de caries en la dentición primaria y permanente (Young et al., 2015).

La caries sobre superficies como las fisuras representa aproximadamente el 90% de las caries de los dientes posteriores permanentes y el 44% de las caries en los dientes primarios en niños y adolescentes (Beltrán-Aguilar et al., 2005).

Los selladores de superficies se introdujeron para prevenir la caries en superficies oclusales, pero ahora se consideran agentes activos para el control y manejo de las lesiones iniciales de caries en las superficies oclusales (Splieth, 2010), y en las superficies proximales (Dorri, 2015). Existen numerosos materiales de sellado oclusal, pero las resinas y los compuestos/ionómeros de vidrio comprenden los principales tipos de materiales.

Las fosas y fisuras de las superficies oclusales de los dientes posteriores son más propensas al desarrollo de caries que las superficies lisas debido a su complejidad morfológica, lo que dificulta la higiene dental y aumenta la acumulación de placa por lo que el uso de selladores de fosas y fisuras proporciona una barrera física que inhibe la acumulación de microorganismos y partículas de alimentos, lo que previene el inicio de la caries y detiene su progresión. La eficacia de los selladores de fosas y fisuras depende de su retención a largo plazo (Sreedevi et al., 2022).

La aplicación del sellador es un enfoque conservador preventivo que implica la introducción de selladores en las fosas y fisuras de los dientes propensos a caries; este sellador luego se adhiere al diente micromecánicamente,

proporcionando una barrera física que mantiene a las bacterias alejadas de su fuente de nutrientes (Simonsen, 1978).

Por tal motivo es que en el siguiente trabajo se pretende obtener una mayor evidencia y aceptación de la odontología de mínima intervención que beneficie primordialmente a los pacientes en etapa de dentición permanente joven contribuyendo a la reducción en la incidencia de caries mediante la correcta elección de los tratamientos preventivos en favor de su oportuno control.

II. Antecedentes

La colocación de selladores de fosetas y fisuras reduce la probabilidad de aparición de caries oclusal al actuar como una barrera física que previene la colonización bacteriana y la penetración de residuos orgánicos en estas zonas, evitando las condiciones ácidas que propician la desmineralización del esmalte. Su efectividad ha sido comprobada por diversos estudios a lo largo del tiempo (Ahovuo et al., 2008; Deery, 2013).

El material empleado para sellar las fosetas y fisuras debe poseer, entre otras características, la capacidad de lograr una adecuada y prolongada adhesión al esmalte dental que asegure la retención y longevidad de la restauración (Wright et al., 2016). En la búsqueda del material ideal, surgen los selladores de fosetas y fisuras con partículas inorgánicas de nanorrelleno. La adhesión de los selladores al esmalte dental se consigue a través del engranaje micromecánico dado entre las prolongaciones de resina y las porosidades del esmalte (Asmussen, 1977).

Singh et al. (2018) concluyeron que la fuerza de adhesión al esmalte es más alta (12.17 MPa) cuando se emplea un sellador de fosetas y fisuras con partículas de nanorrelleno. Según estos autores, las partículas incrementan la resistencia a la abrasión del material, y, en consecuencia, su resistencia mecánica. De igual forma Kuşgöz et al. (2010) y Jager et al. (2016) demostraron que, a mayor concentración de partículas de nanorrelleno, mayor dureza, resistencia a la abrasión y resistencia mecánica.

Barroso et al. (2005) y Park et al. (1993) concuerdan con la teoría de que el relleno mejora significativamente la resistencia de los materiales. Dichos estudios reportaron valores de fuerza de adhesión más altos en selladores con rellenos, en comparación a los selladores sin relleno.

III. Fundamentación teórica

Esmalte dental

El esmalte dental es una estructura de origen ectodérmico, acelular y mineralizada que recubre a la dentina en su porción coronaria brindando protección al tejido subyacente (Barrancos et al., 2006). El esmalte maduro es avascular, aneural, acelular y debería considerarse como un tejido solo durante la etapa de su desarrollo, que es cuando permanecen los ameloblastos, sin embargo al desaparecer estas, el esmalte debería pasar a considerarse una estructura o material extracelular (Abate, 2010).

Estas características nos hacen comprender por qué el esmalte no tiene capacidad regenerativa, y que cuando es afectado constantemente por diferentes situaciones como el estrés oclusal, abfracciones, desmineralización ácida, traumatismos, abrasiones o fracturas está expuesto únicamente frente a situaciones ante las cuales únicamente puede remineralizarse pero no regenerarse o repararse (Bartlett y Simmer, 1999; Albertí et al., 2007; Felszeghy et al., 2000). El espesor del esmalte varía en diferentes localizaciones, pudiendo alcanzar un máximo de 2,5mm en las cúspides (Guerra, 1994; Fernandes et al., 2011).

Estructura del esmalte dental

El esmalte contiene de entre un 94 a 96% de material inorgánico, 3 a 5% de material orgánico y el 1% de agua (Lanata y Giglio, 2003).

- La matriz orgánica se conforma de proteínas específicas y séricas; así como una muy reducida cantidad de lípidos. Las proteínas específicas aparecen en mayor o menor porcentaje en las distintas fases de formación del esmalte; entre éstas destacan: enamelinas, tuftelinas, amelogeninas y ameloblastinas. Mientras que entre las proteínas séricas se pueden citar: proteinasas de serina, metaloproteinasa y en menor cantidad condroitin 4 y 6 - sulfato.

- La matriz inorgánica se compone de sales minerales cálcicas de fosfato y carbonato cristalizadas. Además, oligoelementos como: hierro, flúor, manganeso, potasio, magnesio, cobre, etc.
- El agua se encuentra hacia la periferia del esmalte y constituye el agua adsorbida o capa de hidratación (Clark y Yagiela, 2010).

Los cristales de hidroxiapatita cálcica carbonatada que constituyen la estructura del esmalte se organizan en forma de prismas o bastoncillos que miden alrededor de 4µm de ancho por 8µm de largo, cada prisma se extiende a través del espesor del esmalte desde la unión amelo dentinaria hasta la superficie libre del diente (Sturdevant et al., 1996; Barrancos et al., 2006). El número de prismas varía según el tamaño de la corona, variando entre 5 y 12 millones (White et al., 2001; Velásquez et al., 2013).

Los cristales se dirigen desde el eje central de los prismas, manteniendo una inclinación lateral hasta que pasan a ubicarse perpendicularmente respecto al prisma en la región interprismática, algunos cristales oscilan de hasta 210nm. Los cristales adoptan esta configuración por la acción de los ameloblastos durante la formación del esmalte (Frank y Nalbandian, 1989).

Barrancos (2006), enuncia que en un corte transversal observado mediante microscopia electrónica de barrido se identifica una serie de cúpulas circulares que terminan en una base irregular, ubicadas en hileras superpuestas formando un pavimento separado por vainas interprismáticas. También afirma que tienen forma de ojo de cerradura en donde la parte de la cabeza se dirige hacia la superficie y la cola lo hacia la profundidad en dirección de la raíz del diente. Los prismas están relacionados entre sí, de tal forma que entre dos cabezas se inserta una cola correspondiente a otro prisma continuo. Las estriaciones que se observan en los prismas del esmalte (estrías de Retzius) corresponden a indicios en el crecimiento rítmico del esmalte durante el desarrollo del diente.

La dirección de los prismas es irregular, dirigiéndose desde la dentina hasta la superficie, se van entrelazando para volver más resistente a la estructura dental denominándose nudos de esmalte. Entre dos hileras adyacentes de prismas se originan las bandas de Hunter Schreger las cuales están constituidas de entre 6 y 8 prismas paralelos que cambian de dirección (Barrancos, 2006). Las áreas denominadas vainas o bien limites o separaciones entre prismas, tienen características especiales, es posible que tengan mayor contenido orgánico en el esmalte maduro, pero, a pesar de esto, poseen un alto grado de calcificación, no son totalmente continuas y regulares, sino que se interrumpen de modo que permiten la soldadura de cristales entre sí, para ofrecer una estructura más resistente a la fractura.

El calcio y el fosforo son los componentes químicos más importantes; el sodio, potasio, flúor, hierro, zinc, plomo y estroncio se incorporan al esmalte por absorción sobre la superficie, con dependencia de la carga eléctrica de esta, o bien por intercambio iónico o sustitución por otros iones y se depositan en el interior del cristal o en la capa de hidratación que existe entre los cristales (Lanata y Giglio, 2003).

El flúor está presente en el esmalte principalmente como consecuencia de su concentración en el medio, del número de veces en que se expone a este y del grado de madurez del diente; la presencia de este modifica las propiedades fisicoquímicas de los cristales de apatita y modifica al esmalte haciéndolo más resistente a la desmineralización acida (He et al., 2011).

La distribución del flúor como la de otros minerales no es homogénea en el cristal, al igual que el estroncio, el plomo, que están más concentrados en la superficie externa, mientras que otros como el sodio, magnesio y carbonato lo hacen en el límite amelodentinario. La presencia de carbonato en el esmalte cambia la estructura de los cristales, si el intercambio se realiza por los hidroxilos, el cristal resultante es de mayor tamaño, mientras que, si los hace por los fosfatos, se reduce. Este desorden en la estructura química modifica los cristales de tal

manera que los hace más vulnerables ante un ataque ácido y, por consecuente, permite una disolución fácil (Park et al., 2008; Saejin et al., 2008).

La matriz orgánica del esmalte está conformada por un 0.4% de proteínas que son encontradas en esmalte cervical y fisuras, además de un 0.6% constituida por carbohidratos, lípidos y otras sustancias orgánicas. La matriz orgánica en desarrollo está constituida principalmente de tres proteínas: enamelinas, amelogeninas, y proteínas de los penachos las cuales tienen una importante función durante el proceso de mineralización y en la organización estructural en la etapa de formación del diente (Moncayo, 2015). Las proteínas enamelinas y amelogeninas actúan como reservorios de iones minerales que se unen para formar cristales, su morfología y tamaño ayudan a la correcta localización de los cristales actuando como soporte para el crecimiento y actuando en el proceso inicial de formación del tejido adamantino (Gillcrist et al., 1998; Lanata y Giglio, 2003).

Por otra parte, lo que corresponde a la matriz orgánica se encuentra más concentrada en su límite amelodentinario, esta no contiene colágeno y va desapareciendo mediante el proceso de mineralización; las enamelinas se encuentran localizadas entre los cristales y en la superficie de estos, representan el 10 % de la matriz orgánica del esmalte durante el proceso de maduración y pueden generarse o ser degradadas cuando el tejido madura (Mooney, 2006).

El esmalte maduro contiene en sus componentes muy poco material orgánico, pero a pesar de su dureza, el esmalte puede descalcificarse o desmineralizarse por la acción de las bacterias productoras de ácido las cuales ejercen su acción sobre los alimentos atrapados sobre la superficie adamantina, en el cual está fundamentado el proceso de la inicio de la caries dental (Robles et al., 2013). El porcentaje de agua en el esmalte disminuye progresivamente con la edad lo que facilita al intercambio iónico (Rodrigues et al., 1995).

Fosas y fisuras

Anatómicamente, las fisuras dentales están formadas por la unión deficiente de los lóbulos de desarrollo en la capa superficial del esmalte por su cara oclusal (Padrón et al., 2002), y constituyen áreas formadas por delgadas y parciales irregularidades en la capa del esmalte de la superficie oclusal, la cual puede extenderse hacia la unión amelodentinario y en muchos casos este esmalte cavitado puede llegar a la dentina (Ansari et al.,2004), los cuales forman un canal estrecho e inaccesible; los surcos se forman por una pequeña invaginación entre la unión completa de los lóbulos del esmalte en desarrollo mientras que las fosas se dan por la diferenciación entre surcos y fisuras (Sturdevant et al., 1996).

La principal razón para la alta prevalencia de lesiones en fosas y fisuras son dadas por áreas de retención de placa. Existen fisuras que son expulsivas en forma de “V” o en “U” pero hay otras que son retentivas y se presentan en forma de “T” de “Y” o de “GOTA” y que generan áreas donde será prácticamente imposible introducir un explorador y aun menos, la cerda del cepillo dental. Estas fosas y fisuras profundas podrán ser un factor determinante en la aparición de las nuevas lesiones de caries (Sturdevant et al., 1996).

Por otro lado, las fisuras pueden existir separadamente, mientras se extienden en todas direcciones. Las revisiones con imágenes computarizadas tridimensionales de las fisuras prueban que estas, tienen ramificaciones y proyecciones laterales, lo cual facilita el avance de las lesiones, además favoreciendo a la aparición de un nicho protector para la acumulación de placa dentobacteriana (Stefanello ey al., 2005; Simancas, 2007).

La forma y profundidad de las fisuras son probablemente de origen genético y hereditario (Escobar, 2004). Las fosas y fisuras irregulares y profundas presentan un elevado potencial para riesgo a caries, con diferencia de las fosas y fisuras que son superficiales y anchas (Waggoner y Siegal, 1996; Harris, 2001).

La susceptibilidad de caries en las superficies dentales que tienen fosetas y fisuras se relacionan con su profundidad y su forma. Heredia (1998) quien también estudió las dimensiones de las fisuras, pudo observar un espacio de entre 0,2 a 0,4 mm que presenta la zona accesible de la fisura y una zona aproximadamente de 0,8 mm que corresponde a la capa más superficial de su totalidad, determinando que su longitud depende de su localización. Además, pudo apreciar los cambios de dimensión a medida que esta se hace más profunda, observándose que en su trayecto puede afinarse y ensancharse. Por esto, concluyo que la cerda del cepillo dental con un grosor de entre 0,17 mm, no es suficiente para eliminar completamente los restos de placa dental.

Consideraciones clínicas de las lesiones cariosas en fosas y fisuras

La particular configuración anatómica de las fosas y fisuras en las superficies oclusales representan en si misma un reconocido factor de riesgo para adquirir lesiones oclusales de caries en tal grado que aunque constituyen solo el 12,5 % de todas las superficies dentales, puede llegar a representar el 88 % de la experiencia total de caries (Koch y Poulsen, 2011; Bordoni et al., 2010).

La prevalencia de la caries dental en fosas y fisuras oscila entre el 50% y el 95 % el periodo más crítico de aparición son los primeros tres años después de la salida de los molares permanentes (Sivisaca, 2013; Bezerra, 2008). Como consecuencia estaría especialmente indicado el sellado temprano de todas aquellas fisuras de alto riesgo. Además, se debe tener en cuenta que los sellados que no se han realizado de una manera técnicamente perfecta pueden favorecer a la aparición de nuevas caries o dificultar que estas se reconozcan a tiempo y cuando el riesgo de caries es bajo, no hay ningún motivo por el cual deban sellarse fisuras (Maldonado et al., 2000).

El acumulo de placa en las fisuras se incrementa especialmente durante el primer año después de la erupción de un molar (Lanata y Giglio, 2003). Los dientes son entonces muy propensos a la caries. Las fisuras también son más

vulnerables debido a su bajo contenido en flúor ya que el esmalte presenta una elevada permeabilidad y sensibilidad a los ácidos después de la erupción (Joubert, 2010). La localización más frecuente de la lesión inicial ocurre a lo largo de las paredes laterales y no en el fondo de las fosas y fisuras, ampliándose a medida que se aproxima a la dentina gracias a la difusión de los ácidos a través del esmalte poroso (Veintimilla, 2014).

Los microorganismos en la parte superior de las fisuras son metabólicamente activos y por ello la progresión de la caries es muy rápida. La diseminación de la lesión en el esmalte es guiada por la dirección de los prismas (Hernández, 1994). No toda la fisura es afectada con la misma intensidad y ocurre localizadamente donde se acumula la placa. La lesión avanza y asume la forma de un cono con su base hacia la unión esmalte-dentina, enseguida se produce una reacción dentinaria debajo de esta base y esta anatomía es la que le da a la lesión oclusal su característica de socavado (Dominick, 1981). Por ello, muchas veces lo que parece ser una lesión muy pequeña en esmalte, al penetrar en ella con sorpresa se encuentra una gran cavidad.

Diéguez (1975) observó una relación entre la profundidad de fisuras y experiencia cariosa, concluyendo que las fisuras profundas tenían tres veces más posibilidades de representar caries que las fisuras superficiales.

Aceptando así a los selladores como un método efectivo para prevenir la caries dental en fosas y fisuras de acuerdo a la ADA (Asociación Dental Americana) (Heredia, 1998).

Existen numerosos estudios clínicos para determinar cuál es la posible causa en reducción de la caries con el uso de los selladores y su longevidad clínica, se reportó un éxito clínico excelente después de 15 años en dientes sellados con una sola única aplicación de sellador (Simancas, 2007). También se ha demostrado que mientras las fosas y fisuras permanecen selladas, la prevención en contra de la caries es del 100%.

En algunos casos la técnica de aplicación, los controles cuidadosos de sellador, las revaloraciones, las reparaciones y/o sustituciones necesarias no ocurren de forma adecuada en tiempo, en tal caso, es probable que la pérdida del sellador represente un riesgo superior al normal, esta es una secuela desafortunada que la aplicación del sellador proporciona a largo plazo (Rioboo 2002).

Selladores de fosas y fisuras

Los selladores de fosas y fisuras pueden ser materiales resinosos o ionoméricos, que cuando se aplican sobre los dientes, actúan como una barrera mecánica que impide el contacto del esmalte, con bacterias y carbohidratos (Bezerra, 2008; Da Silva y Assed, 2008). De acuerdo con Simonsen (1987), la palabra “sellador” describe a un procedimiento clínico caracterizado por emplearse dentro de las fosas y fisuras de los órganos dentales un material capaz de formar una capa protectora adherida micromecánicamente a una superficie adamantina. Por lo tanto, son obstáculos o barreras físicas (generalmente resinas de gran fluidez), que se adhieren a los prismas de la superficie adamantina, impidiendo así el contacto del biofilm dental (ambiente propicio) y un huésped (*streptococcus mutans* entre otros microorganismos cariogénicos-agente causal) (Waggoner y Siegal, 1996; Heredia, 1998).

Origen y evolución de los selladores de fosas y fisuras

La lucha contra las lesiones cariosas de fosas y fisuras se inició a finales del siglo XX como intentos de rellenar defectos naturales retentivos sellando con un cemento de fosfato de zinc. Después, Hyatt (1923) propone un tratamiento denominado Odontotomía profiláctica, el cual consiste en desgastar fosas y fisuras sanas profundas, lo que desafortunadamente a menudo terminaba en obturación (Mejare, 1923). Este método, muy debatido en su época se convirtió en una técnica muy utilizada. Hoy en día, la odontotomía profiláctica representa un

procedimiento operatorio excesivamente invasivo (Phantumvanit et al., 1996; Frencken et al., 1997; Zanata y Navarro, 2006).

Bödecker (1929), utilizó un cemento de oxifosfato, después, Gore recurrió a la nitrocelulosa, sin conseguir el éxito esperado se abandonan sus usos (Garone et al., 1943). Posteriormente Buonocore (1955), reutilizó la técnica de acondicionamiento ácido como método confiable para aumentar la adhesividad de las resinas a las superficies dentales, empleando el ácido ortofosfórico al 85%. Con esto, es así que aunque reconocido hasta una década después, nace la Odontología Adhesiva.

El gran reto era encontrar el material óptimo para rellenar las fosas y fisuras; la fórmula de Bowen (1962), quien patentó (resina resultante de la reacción entre un bisfenol y metacrilato de glicidilo, mejor conocida como Bis-GMA o fórmula de Bowen, en la cual se sustentan casi todas las formulaciones de los sistemas adhesivos poliméricos. Cueto y Buonocore (1967) desarrollaron el primer material específicamente elaborado para ser empleado de forma preventiva en fosas y fisuras mediante una mezcla de monómero de metil-metacrilato con polvo de cemento de silicato como material sellador. Para 1977 los primeros estudios se centraron en el análisis del efecto del sellado sobre lesiones cariosas y poblaciones bacterianas, observándose que las lesiones cariosas no progresaban y que se producía una disminución en la cantidad de las bacterias viables deteniendo la lesión incipiente (Going et al., 1977). Asimismo, se obtuvo que colocando el material era suficientemente efectivo para impedir el acceso del *S. Mutans* a sus fuentes nutricionales.

Propiedades de los selladores de fosas y fisuras

Los selladores deben cumplir con una serie de requisitos mínimos indispensables por los fabricantes para entrar al mercado odontológico, entre estos se identifican la biocompatibilidad y baja toxicidad, baja concentración de polimerización, estabilidad dimensional, alto coeficiente de penetración (Simonsen,

2002), alta resistencia a la abrasión, acción cariostático, alta adhesividad y remineralizantes Los selladores que mejor fluyen en las fisuras y mejor se adaptan a la superficie del esmalte, son aquellas que presentan un mayor coeficiente de penetración, el cual se obtiene con un sellador de alta energía superficial y baja viscosidad (Delgado et al., 2005; Mickenautsch y Grossman 2008).

Composición de los selladores de fosas y fisuras.

Bezerra (2008) menciona que, respecto a la composición de los selladores, pueden tener o no flúor en su estructura química a fin de proveer el efecto cariostático que se le reconoce al flúor. Los primeros selladores utilizados eran polímeros de cianocrilatos, los cuales de la misma forma que los poliuretanos se comportaban bien en laboratorio, pero se desprendían fácilmente cuando se aplicaban en cavidad bucal. Por lo que fueron sustituidos por epóxi-acrilicos que son dimetacrilatos resultantes del producto de una reacción del éter del bisfenol A y glicidil metacrilato (Bis-GMA), su formulación es basada en Bis-GMA (2- hidroxil-3-metacriiloxi-propiloxi-fenol propano), conformadas por una sucesión de monómeros de metacrilatos obtenidos por una reacción entre dos moléculas de metacrilato de glicidilo (GMA) y el Bisfenol A (compuesto de tipo epoxi) (Vieira et al., 2006).

Mezclando tres partes de Bis-GMA con una de MMA (metilmetacrilato) (Abate, 2010). La molécula de Bis-GMA en su mayoría forma parte de los materiales de restauración a base de resina, diferenciándose de entre los selladores por contener una mayor cantidad de partículas de relleno, mientras que generalmente los selladores de fosas y fisuras no contienen en su composición un relleno o contienen pocas partículas de relleno (Walker et al., 1996).

Pascon (2006) indica que: los selladores resinosos están constituidos por un relleno inorgánico y una matriz orgánica las cuales constituyen moléculas de Bis-GMA o UDMA. La UDMA es una molécula en el que el grupo aromático es sustituido por una amina secundaria brindando así una menor viscosidad, pero

mayor contracción de polimerización. El relleno inorgánico está constituido por partículas, filamentos o fibras esparcidas en la matriz orgánica, que proporcionan las propiedades mecánicas y físicas a los selladores resinosos (Diéguez et al., 2009). Un inconveniente para la adhesión de las partículas de relleno inorgánico es la viscosidad de la molécula Bis-GMA por lo que se le añade a la composición monómeros de menor peso molecular que a su vez aumenten su fluidez.

Los selladores resinosos penetran en el fondo de las fisuras más diminutas, gracias a que presentan una consistencia mucho más fluida en comparación con las resinas utilizadas para restauraciones convencionales (Abate, 2010). Bezerra (2008) muestran que los selladores resinosos se consideran selladores eficaces por su resistencia al desgaste, pronta polimerización, baja solubilidad, unión al esmalte y aplicación clínica rápida, al ser comparados con otros materiales de sellado de fosas y fisuras; además puede proveer efecto cariostático al contener en su formulación flúor (Henostroza, 2003).

Actualmente hay selladores autopolimerizables y fotopolimerizables que inician su reacción química a partir del momento en que se mezcla la base y el catalizador los cuales presentan en su composición una amina terciaria que con el tiempo altera el color del sellante en amarillo; esta mezclada con el peróxido de benzoil, produce radicales libres, iniciando así la polimerización química del sellador (Harris, 2001). Los fotopolimerizables también llamados de foto activación que su proceso de activación iniciará al momento en que el compuesto se ponga en contacto con la luz visible, proveniente de lámparas de luz halógena u otras (Henostroza, 2003).

Los selladores pueden también tener cargas inorgánicas en su composición, siendo por lo general de vidrio de bario, aluminio y silicato de litio y esta carga le confiere al material una mayor resistencia al desgaste, pero también una menor fluidez por tener una mayor viscosidad. Un sellador sin carga es más fluido y por tal escurre con mayor facilidad por presentar menor viscosidad. Los selladores sin carga deben tener mayor retención que los selladores con carga así

como menor micro filtración marginal (Bezerra, 2008). A su vez, estos, pueden presentar diferentes coloraciones como blanco, matizado, opaco, rosado y del color del diente, presentando como ventaja su fácil detección en los controles periódicos.

Además de estas diferencias, existe una nueva modalidad de selladores que presentan diferentes colores durante su aplicación y luego de su foto polimerización, tal es el caso de Clinpro (3M-ESPE) altera su color rosado para blanco después de polimerizar, esta innovación sirvió para facilitar el reconocimiento del material al operador al momento de colocarlo en las superficies de trabajo de la estructura dental (Bezerra, 2008). Los selladores que se presentan en colores contienen partículas de relleno. El color permite diferenciar la extensión que abarca el sellador en la superficie dental y reduce errores en la detección de su valoración posterior (Henostroza, 2003).

Clasificación de los selladores

Existen diferentes tipos de materiales selladores que se diferencian según su mecanismo de adhesión y polimerización a la estructura dental. Wright et al. (2016) describen los siguientes:

Selladores de base resinosa: conformados por monómeros de dimetacrilato uretano (UDMA) y bisfenol –A- glicidil metacrilato (bis-GMA). Este tipo de selladores se clasifican por generaciones de acuerdo a su mecanismo de polimerización y contenido:

- Primera generación: son activados con luz ultravioleta. Ya no son comercializados. Ej. NuvaSeal® (LD. Caulk Co.: Milford, DE, USA).
- Segunda generación: autopolimerizables o de curado químico.
- Tercera generación: son activados por luz visible con una longitud de onda de 470 nanómetros. Son comparados con los selladores de la generación

anterior, éstos presentan ventajas como: el tiempo de trabajo más corto, entre 10-20 segundos, mientras que los de autocurado son de 1 a 2 minutos; así también una menor incorporación de burbujas en el material, esto como consecuencia de la eliminación del paso de mezcla.

- Cuarta generación: liberadores de flúor. Se les añadió partículas de flúor a fin de otorgarles capacidad protectora contra caries. Sin embargo, la literatura refiere que no se puede considerar como un depósito de flúor de liberación a largo plazo, y, como tal, este tipo de sellador no proporciona ningún beneficio clínico a los de tercera generación.

Los selladores de base resinosa pueden también clasificarse de acuerdo a su contenido inorgánico (con carga y sin carga). La adición de partículas de relleno al material tiene repercusión clínica; esto gracias a que los selladores con carga tienen mayor resistencia al desgaste, pero también su capacidad para penetrar en las fisuras es baja; mientras que aquellos selladores sin carga poseen una menor viscosidad lo que consecuentemente proporciona una mayor penetración en las fisuras y por lo tanto, mejor retención (Reyes-Gasga et al., 1997).

También pueden clasificarse de acuerdo a su translucidez en: opaca y transparente. El material opaco puede ser del color del diente o blanco, y los selladores transparentes pueden ser de colores claros, rosados o ámbar.

Los selladores opacos o blancos son más fáciles de ver durante su aplicación y detección en un examen clínico, a comparación con los selladores transparentes opacos o de color del diente (Nicolas et al., 2010). “Por lo tanto, parece que la elección más adecuada de sellante a base de resina sería el sellador opaco, de fotopolimerización, sin carga.”

Selladores de base ionomérica: estos son derivados de la reacción ácido-base entre un polvo de vidrio de fluoroaluminosilicato y una solución de ácido poliacrílico de base acuosa. La desventaja principal de este tipo de selladores es su retención inadecuada. Sin embargo, se sabe que el contenido de

flúor se libera a lo largo del tiempo y a su vez previene el desarrollo de caries, incluso después de la pérdida parcial o total del mismo. Los selladores de ionómero de vidrio (IV) pueden dividirse de acuerdo a su viscosidad, ya sea alta o baja (Naaman et al., 2017).

El ionómero de vidrio de alta viscosidad presenta las siguientes ventajas: baja solubilidad en fluidos orales, fraguado rápido así como reducida sensibilidad a la humedad en la etapa inicial de fraguado (Frencken, 2010). Es importante reconocer que la mayoría de los estudios sobre selladores IV usaban materiales de baja viscosidad como por ej. Fuji III que tiene propiedades físicas deficientes. Actualmente, son utilizados selladores de alta viscosidad como Fuji IX (GC, Tokio, Japón) y Ketac Molar Easymix (3M ESPE, Seefeld, Alemania), usados mediante la técnica de restauración atraumática (ART) (Frencken y Wolke, 2010) misma que fue presentada por primera vez por la Organización Mundial de la Salud en el Día Mundial de la Salud en 1994. En esta técnica, los selladores se recomiendan en:

- Dientes libres de caries con fosas y fisuras profundas
- Lesiones cariosas de fisuras limitadas al esmalte
- Pacientes con alto riesgo a caries

Selladores de base resinosa modificados con poliácido: conocidos también como compómeros. Combinan un material a base de resina que se encuentra en los selladores tradicionales junto con las propiedades adhesivas y de liberación de flúor de los sellantes ionoméricos (Wright et al., 2016).

Selladores de base ionomérica modificados con resina: Este sellador tiene propiedades de liberación de flúor parecidas al cemento de ionómero de vidrio, y posee además un componente resinoso. A pesar de la diversidad de materiales, la Asociación Dental Americana (ADA) y la Asociación Europea de Odontología Pediátrica (AEOP), con base en la evidencia disponible, afirman que no se puede proporcionar recomendaciones sobre la superioridad de cierto material sellante sobre los demás. (Zanata y Navarro, 2006; White et al., 2001; Chieruzzi et al., 2016).

Penetración

El coeficiente de penetración se genera por la fluidez del material en una superficie, que depende de viscosidad y su capilaridad. Los materiales que mejor se adaptan al tejido adamantino tienen un mayor coeficiente de penetración dado por medio de un sellador con alta energía superficial y baja viscosidad y por consiguiente mayor fluidez del sellador; los selladores compuestos a base del Bis-GMA presentan una penetración mejor (Henostroza, 2010). A su vez, las fisuras pueden estar bloqueadas por restos del medio bucal o remanentes de tejido, que no permitirá una adecuada penetración del sellador (Schwart, 1999). Estudios demuestran que no es esencial la penetración total del sellador, siendo posible ocluir solamente el cuello de la fisura y obtener resultados clínicamente confiables (Stefanello et al., 2005).

Adhesión

Se define como la unión íntima de dos superficies de diferente naturaleza. Específicamente en el campo odontológico se refiere a la relación biomaterial – sustrato dental (Özcan et al., 2012; Amores, 2018). Existe distintos tipos de adhesión: química, mecánica o una combinación las dos.

La adhesión mecánica se basa en la existencia de irregularidades en la superficie de una de las partes que se adapta a la otra parte presente formando entre ambas una traba mecánica; puede ser macro-mecánica, que es aquella que se da en décimas de milímetro y micro-mecánica en milésimas de milímetro; en la adhesión química es necesario que existan fuerzas de atracción entre las partes como consecuencia de la formación de uniones químicas que se genera por un intercambio iónico molecular (Joubert et al., 2010).

El tratamiento superficial del esmalte empleando ácido fosfórico, logra una remoción selectiva de los cristales de hidroxiapatita provocando una gran microporosidad (unión micromecánica) y aumento de la energía superficial que

permite que los monómeros hidrofóbicos de los composites sean distribuidos fácilmente sobre la superficie y penetren en las microporosidades, los cuales, al ser polimerizados forman una unión mecánica fuerte (Mount y Hume, 1999). El uso de los selladores directamente sobre el esmalte existe gracias a la retención mecánica de un sistema, fluido inicialmente, de poca viscosidad y adecuada capacidad humectante (McDonald et al., 1990). En el protocolo indicado en la colocación de selladores resinosos, posterior al uso del grabado ácido se puede o no utilizar un adhesivo en la superficie del esmalte, y dependerá de la casa comercial, del material sellador y por del criterio del profesional (Henostroza, 2010). La aplicación del adhesivo actúa como agente mediador entre el tejido adamantino y el material a sellar, de esta manera quedando retenido micromecánicamente en los poros formados por el grabado ácido (Baratieri, 2011).

Técnica adhesiva:

A. Grabado ácido: El uso de materiales adhesivos emplea una técnica de grabado ácido sobre la superficie del diente, con el objetivo de desmineralizarla y formar la superficie porosa de 20 a 30 micrones de profundidad, que permita una retención del biomaterial (Espinoza y León-Manco, 2015). Buonocore (1955) sugirió la implementación del ácido para dicho fin. Inicó con una concentración del 85%, pero luego se redujo en los primeros estudios clínicos al 50%. Hoy en día, el 37% y 35% son las concentraciones comúnmente utilizadas. El mecanismo de acción es disolver selectivamente a los prismas del esmalte generando microretenciones, y así crear una superficie irregular y porosa, y permitiendo la penetración de una resina de baja viscosidad (Espinoza y León-Manco, 2015). Silverstone et al. (1975) clasificó el grabado del esmalte en 3 patrones sobre la base micromorfológica del esmalte:

- Tipo 1 es el patrón donde se disuelve el centro de los prismas de esmalte
- Tipo 2 disolución de la periferia de los prismas del esmalte, quedando intacto el centro.

- Tipo 3, este crea una superficie irregular y amorfa. Los patrones de grabado más retentivos son los tipos 1 y 2, ya que la superficie porosa ofrece más áreas retentivas y de mayor profundidad y tamaño.

El patrón tipo 3 de grabado, no presentan una definida morfología y carece de retención micromecánica, ofrecida por los dos anteriores. Da una apariencia clínicamente blanca y calcárea que solo muestra la cantidad de la superficie grabada pero no su calidad. La calidad del grabado dependerá de factores como la concentración y tipo de ácido, composición de la superficie del esmalte y tiempo de grabado (Silverstone et al., 1975; Espinosa et al., 2008).

B. Sistemas adhesivos: de su aparición y a lo largo de los años se han desarrollado y descrito siete generaciones de las cuales actualmente se pueden encontrar en el mercado desde la 4^o a la 7^o (Ballal et al., 2007; Amores, 2018). Los sistemas adhesivos de 4^o generación se desarrollaron entre los principios y mediados de los noventa y son conocidos por ser adhesivos de grabado y enjuague de 3 pasos: acondicionador, primer o imprimador y resina adhesiva. La función del primer es unirse en un extremo al diente y el otro al adhesivo además de ser de naturaleza hidrófila. El último paso es aplicar una resina adhesiva de baja viscosidad y de naturaleza hidrófoba, que se copolimeriza con las superficies imprimadas y a su vez la prepara para ser copolimerizada con el material sellante o cualquier resina compuesta.

Después, a mediados de los noventa, aparecieron los sistemas de quinta generación conocidos también como adhesivos de grabado y enjuague de 2 pasos. Posteriormente con el objetivo de ahorrar pasos, material y tiempo, se lanzaron al mercado adhesivos autograbantes, correspondientes a la 6^o y 7^o generación. Estos sistemas usan monómeros ácidos como el metacriloxietil trimelitato (META) y el metacriloxidecilfosfato dihidrogenado (MDP), mismos quienes simultáneamente graban e imprimen el sustrato dental; con esto, se eliminan los pasos de lavado y secado; lo que ayuda a prevenir la resequead o humedad que podría afectar a la adhesión. Sin embargo, la desventaja de estos

sistemas es que los ácidos utilizados no graban la superficie idealmente como lo hace el ácido fosfórico, entonces de esta manera se puede comprometer el sellado marginal de la restauración a nivel del esmalte.

Fracaso en la adhesión dental

El éxito de la adhesión en el esmalte involucra varias condiciones, dentro de las cuales las principales son: buena humectabilidad del ácido grabador, alta energía superficial en el diente y la resina adhesiva. La contaminación con saliva, sangre, aceite o agua de los equipos, superficies que no han sido limpiadas adecuadamente y mantienen restos orgánicos o bien una técnica inadecuada de grabado ácido son situaciones que pueden disminuir la energía superficial (Padilla, 2018; Felszeghy et al., 2000).

Indicaciones y Contraindicaciones de los Selladores de Fosas y Fisuras

Son distintas las indicaciones para obtener la aplicación de un sellador, sin embargo, actualmente el riesgo a caries y la actividad cariogénica deben ser individualizadas en cada paciente para determinar si se realizara o no la aplicación (Bezerra, 2008). Por lo que estarían indicados en pacientes de alto riesgo a caries donde interviene la historia previa, la dieta, mala higiene oral y la morfología dental lo requieren, siendo más susceptibles los primeros y segundos molares permanentes y los molares deciduos con profundas fisuras en pacientes de alto riesgo (Cárdenas, 2003). Para Bezerra (2008), están además indicados en surcos profundos, pequeñas hipoplasias y manchas blancas.

Por otro lado, una de las contraindicaciones en los selladores es su aplicación en niños con baja susceptibilidad a caries, ya que como cualquier otro material presentan fallas por lo cual en niños con baja susceptibilidad a caries es innecesario comparando el riesgo-beneficio; en estos pacientes se debe implementar otros métodos preventivos.

IV. Hipótesis

Hipótesis de trabajo

La resina fluida UltraSeal XT® hydro presenta mayor fuerza de adhesión usado como sellador de superficie en comparación con el ionómero de vidrio Fuji Triage®.

Hipótesis nula

La resina fluida UltraSeal XT® hydro no presenta mayor fuerza de adhesión usado como sellador de superficie en comparación con el ionómero de vidrio Fuji Triage®.

V. Objetivos

V.1 Objetivo general

Determinar que material, resina fluida UltraSeal XT® hydro o ionómero de vidrio Fuji Triage ® presenta mayor fuerza de adhesión usados como selladores de superficie.

V.2 Objetivos específicos

- Medir la fuerza de adhesión de la resina fluida UltraSeal XT® hydro
- Medir la fuerza de adhesión del ionómero de vidrio Fuji Triage ®.
- Comparar la fuerza de adhesión entre la resina fluida UltraSeal XT® hydro y el ionómero de vidrio Fuji Triage ®.

VI. Material y métodos

VI.1 Tipo de investigación

Experimental *in vitro*.

VI.2 Población o unidad de análisis

Órganos dentarios premolares superiores e inferiores sanos extraídos por razones ortodónticas.

VI.3 Muestra y tipo de muestra

50 órganos dentarios premolares superiores e inferiores sanos extraídos por razones ortodónticas conservados en agua y divididos al azar en 2 grupos de 25 dientes cada uno.

25 órganos dentarios sellados con resina fluida UltraSeal XT® hydro y 25 órganos dentarios sellados con ionómero de vidrio Fuji Triage ®.

VI.3.1 Criterios de selección

Criterios de inclusión

Órganos dentarios premolares superiores e inferiores sanos extraídos por razones ortodónticas.

Criterios de exclusión

- Órganos dentarios con caries
- Órganos dentarios con fracturas
- Órganos dentarios con restauraciones
- Órganos dentarios con amelogénesis imperfecta
- Órganos dentarios con hipoplasias del esmalte

Criterios de eliminación

Se eliminaron todas aquellas muestras y especímenes que sufrieron algún imprevisto durante el desarrollo de las pruebas que imposibilitó evaluar las variables de interés.

VI.3.2 Variables estudiadas

Variables dependientes

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Tipo de variable | Escala de medición | Unidad de medida |
|--------------------|---|--|------------------|--------------------|---------------------------------|
| Fuerza de adhesión | Capacidad que tiene un material para oponerse al desplazamiento cuando se le aplica una fuerza. | Midiendo con la Máquina Universal de Pruebas los Kg de fuerza y convertirlos de N a MPa. | Cuantitativa | Continua | Kg de fuerza convertidos a MPa. |

Variables independientes

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Tipo de variable | Escala de medición | Unidad de medida |
|----------------------------------|--|------------------------|------------------|--------------------|------------------|
| UltraSeal XT [®] hydro. | Sellador de resina tixotrópico de 53% de relleno, fotocurable, radiopaco con base de metacrilato. | ----- | Cualitativa | Nominal | ----- |
| Fuji Triage [®] . | Ionómero de vidrio de baja viscosidad para protección de superficies dentarias y restauraciones provisionales. | ----- | Cualitativa | Nominal | ----- |

VI.4 Técnicas e instrumentos

Los datos obtenidos con la Máquina Universal de Pruebas de los 2 grupos de estudio serán recolectados en una base de datos Excel 2016. Se registrará los Kg de fuerza que son representados en unidades Newtons (N) para posteriormente poder obtener la resistencia a la tracción, la cual se dividirá la carga máxima entre el área donde se colocó el material mediante la fórmula: F/a , necesaria para permitir establecer relaciones entre los grupos de estudio los cuales serán representados en Megapascales (Mpa).

VI.5 Procedimientos

FASE 1 DE RECOLECCIÓN DE LOS ESPECÍMENES.

1. Se recolectaron 50 premolares superiores e inferiores sanos extraídos recientemente por motivos ortodóncicos que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión. Inmediatamente después de la extracción se colocaron en agua para evitar su deshidratación.
2. Se limpio la corona anatómica de todos los órganos dentarios con una pasta profiláctica libre de aceites y fluoruro utilizando una pieza de mano de baja velocidad y un cepillo profiláctico y se enjuago con chorro de agua para eliminar los restos de material sobre la superficie a estudiar.

FASE 2 DE PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES

1. Se formaron 2 grupos al azar: cada grupo con 25 dientes a estudiar divididos en: grupo 1 correspondientes a los órganos dentarios donde se colocó el sellador de resina UltraSeal XT® hydro y grupo 2 los cuales recibieron el sellador de ionómero de vidrio Fuji Triage® para la evaluación de la fuerza de adhesión; la técnica de aplicación fue de acuerdo con las instrucciones de cada fabricante así como de las necesidades para su evaluación:

Dientes a evaluar Fuerza de adhesión

1. Se utilizaron 2 grupos de 25 dientes cada uno, para los cuales se aplicaron los materiales correspondientes:

Grupo 1: 25 órganos dentarios con sellador de resina UltraSeal XT[®] hydro.

Grupo 2: 25 órganos dentarios con sellador de ionómero de vidrio Fuji Triage[®].

2. Se colocaron los órganos dentarios verticalmente en bloques cuboides de acrílico, dejando expuestas las superficies vestibulares y de tal manera que la superficie vestibular permaneciera perpendicular al piso para poder colocar los bloques del material y de esta manera cuando se coloque la espiga de la MUP pudiera ejercer una presión paralela al eje longitudinal del diente.

2.1 COLOCACIÓN DE LOS MATERIALES

Sellador UltraSeal XT[®] hydro.

Preparación:

- Se limpio la superficie vestibular con cepillo y pasta profiláctica.
- Se coloco ácido fosfórico al 37% sobre la superficie vestibular durante 15 segundos.
- Se enjuago vigorosamente durante 1 minuto con agua hasta eliminar residuos de material.
- Se seco con aire para eliminar la humedad visible, teniendo la precaución de no desecar la superficie.
- Se coloco adhesivo sobre la superficie previamente grabada, con ayuda de un microbrush, se secó con aire y se fotopolimerizó durante 20 segundos.

Colocación:

➤ Para evaluar fuerza de adhesión (grupo 1)

La aplicación clínica del sellador se modificó para permitir la prueba *in vitro*. Después del acondicionado sobre la superficie vestibular de las coronas de los dientes, se utilizó un molde de plástico cilíndrico de 2mm de longitud por 2mm de ancho a manera de conformador, alrededor de este, se aplicó una barrera de resina (OpalDam) a fin de evitar que el sellador sea filtrado al exterior del conformador e interfiera en los resultados finales.

Después se realizó la colocación del sellador y se fotocuro.

Posterior a la aplicación del sellador dentro del conformador, se retiró este último, así como la barrera de resina cuidadosamente para no afectar el bloque de sellador que se acaba de colocar.

Sellador Fuji Triage®

Preparación:

- Se limpio la superficie vestibular con cepillo y pasta profiláctica
- Se colocó ácido fosfórico al 37% sobre la superficie vestibular durante 15 segundos.
- Se enjuago vigorosamente durante 1 minuto con agua hasta eliminar residuos del ácido.
- Se seco con aire para eliminar la humedad visible, teniendo la precaución de no desecar la superficie.
- Se colocó adhesivo sobre la superficie previamente grabada, con ayuda de un microbrush, se secó con aire y se fotopolimerizó durante 20 segundos.

Colocación:

➤ Para evaluar fuerza de adhesión (grupo 2)

Se aplico de la misma forma en que se aplicó el sellador UltraSeal XT® hydro.

FASE 3 DE EVALUACION

Evaluación de la fuerza de adhesión

1. Previo a la fase de evaluación, se revisó que las muestras no presentaran algún defecto en la colocación (burbujas de aire, extravasación de material)
2. Se colocaron las 50 muestras correspondientes a los grupos 1 y 2 previamente tratados y sellados en bloques individuales de acrílico realizados al momento de la inmersión del diente en el bloque; estos se realizaron con un recipiente de aluminio cuboidal con centro cóncavo que sirvió como conformador y en donde se vació la resina para posteriormente colocar el órgano dentario dejando expuesta la corona anatómica hasta su polimerización.
3. Primero se colocó vaselina sobre la superficie interna que entrará en contacto con la resina epoxi con la finalidad de poder desprender el bloque.
4. Se vació dentro del conformador la resina y enseguida el órgano dentario para posteriormente ser evaluados en la Máquina Universal de Pruebas Instron (Modelo 1137 Hamco Engineering Co. Chicago, USA) mediante el método de guillotina, empleando una hoja de borde de cuchillo plano.
5. Se colocaron firmemente sobre la MUP de manera que se imposibilitara cualquier movimiento o desplazamiento que se pudiera generar al realizar la prueba.
6. Se aplicó una carga a una velocidad de 1 mm/min, hasta provocar el desalojo del sellador sobre la superficie del órgano dentario.
7. Se registró la magnitud de la carga en megapascales (MPa) para poder ser analizados.

FASE 4 DE DESECHO DE LOS RESIDUOS

Para el desecho de los materiales utilizados se realizó siguiendo los estatutos de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1993, de los tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven durante las necropsias, cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentren en formol.

Durante el envasado, los residuos peligrosos biológico-infecciosos no deberían mezclarse con ningún otro tipo de residuos. Al ser residuos patológicos, solidos, fueron colocados en bolsas de polietileno, color amarillo translúcido de calibre mínimo 300 además deberán estar marcadas con el símbolo universal de riesgo biológico y la leyenda Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos. Las bolsas se llenarán al 80 por ciento (80%) de su capacidad, cerrándose antes de ser transportadas al sitio de almacenamiento temporal y no podrán ser abiertas o vaciadas. Todo esto conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002.

VI.5.1 Análisis estadístico

El análisis estadístico que se realizó para el procesamiento de los resultados fue mediante la prueba t de Student.

VI.5.2 Consideraciones éticas

Al tratarse de un estudio *in vitro* donde se trabajó con tejidos correspondientes a órganos dentarios donados voluntariamente, fueron manejados adecuadamente desde la etapa de recolección de los especímenes hasta su etapa de deshecho, en donde se llevó a cabo siguiendo los estatutos de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993 así como la separación y envasado de todos los residuos peligrosos biológico-infecciosos, de acuerdo con sus características físicas y biológicas infecciosas, conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002.

VII. Resultados

Con la presente investigación se determina que el material de resina fluida UltraSeal XT® hydro presenta mayor fuerza de adhesión evaluada en Megapascuales (MPa) con un promedio de 7.0 ± 0.6 MPa y un rango de 5.9 – 8.0 MPa en comparación con el material a base de ionómero de vidrio Fuji Triage® que mostro un promedio de 5.6 ± 0.5 MPa con un rango de 4.3 – 6.8 MPa obteniendo resultados estadísticamente significativos ($p < 0.05$).

VIII. Discusión

El presente estudio *In Vitro* fue realizado para evaluar la fuerza de adhesión de la resina fluida UltraSeal XT® hydro en comparación con el ionómero de vidrio Fuji Triage ®. Para lo cual, con los resultados analizados mediante la prueba t de Student revela que entre los materiales existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.0001$) ya que UltraSeal XT® hydro registro la mayor fuerza de adhesión en comparación con Fuji Triage ®.

Lo que significa, que las características que aportan las propiedades del material a base de resina, dan como resultado mayor adhesión, favoreciendo así la capacidad de retención de los materiales y con base a la predicción de que, cuanto mayor sea la fuerza de unión, mayor será la resistencia al estrés y a la carga de la función oral, por lo tanto, es que queda aceptada la hipótesis de trabajo.

Dentro de las limitaciones que pueden mencionarse de esta investigación, es importante resaltar que, durante el desarrollo experimental, se presentaron complicaciones, ya que las superficies convexas de los dientes complicaban el proceso de colocación del conformador cilíndrico de plástico, lo que pudiera haber generado fugas del sellador y, por consiguiente, variaciones en el área unida al diente. Para tratar de controlar este sesgo, se bloqueó la superficie en contacto con el diente, con resina Block-Out.

El control de la humedad fue más fácil de lograr que en una situación clínica, por lo cual se crea la necesidad de generar este tipo de estudios en un ambiente clínico en donde puedan situarse las condiciones ideales para favorecer su evaluación.

Mientras que, por otro lado, los resultados obtenidos en esta investigación, se consideran de importancia, ya que como se manifestaba en la hipótesis de

trabajo, se pretendía obtener mejores resultados con el material a base de resina. Esto mismo lo demuestran:

Joshi y cols. "Comparative evaluation of two different pit & fissure sealants–An In Vitro Study" (2017). *Journal of International Oral Health: JIOH*, 5(4), 35.

Subramaniam y cols. "Retention of a resin-based sealant and a glass ionomer used as a fissure sealant: a comparative clinical study". (2018) *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 26(3), 114.

IX. Conclusiones

Con la presente investigación se demuestra que la resina fluida UltraSeal XT® hydro presenta mayor fuerza de adhesión usado como sellador de superficie por lo cual lo convierte en un material de elección, si en cuanto a su propiedad adhesiva se refiere, en comparación con los materiales a base de ionómero de vidrio como el Fuji Triage ®.

IX. Propuestas

Una vez que hemos obtenido nuevo conocimiento, surgen ahora nuevas incógnitas y nuevas posibilidades de generar un nuevo aprendizaje, tomadas en cuenta las posibilidades de incorporar factores adicionales a nuestros conocimientos, consideraremos las siguientes propuestas:

- Evaluación de selladores de superficie resinosos con diferentes sistemas adhesivos

Incorporación de factores adicionales:

- Evaluación adhesiva en dientes con alteraciones de estructura
- Evaluación adhesiva sobre dientes cariados con filosofía mínimamente invasiva
- Evaluar la fuerza adhesiva en diferentes periodos.

X. Bibliografía

- Abate, Pablo. 2010. *Adhesión En Odontología Restauradora*. Ripano,.
- Adhesiva, Joubert R Odontología. 2010. "Estética." *Madrid España. Editorial Ripano* 201 (0).
- Ahovuo-Saloranta, Anneli, Anne Hiiri, Anne Nordblad, Marjukka Mäkelä, and Helen V Worthington. 2008. "Pit and Fissure Sealants for Preventing Dental Decay in the Permanent Teeth of Children and Adolescents." *Cochrane Database of Systematic Reviews*, no. 4.
- Albertí Vázquez, Lizette, Maheli Más Sarabia, Silvia Martínez Padilla, and María Josefina Méndez Martínez. 2007. "Histogénesis Del Esmalte Dentario. Consideraciones Generales." *Revista Archivo Médico de Camagüey* 11 (3): 0.
- Amores Narváez, Joselyn Nathaly. 2018. "Desprotección Del Esmalte Previa a La Aplicación de Materiales Selladores de Fosas y Fisuras: Estudio in Vitro." Quito: UCE.
- Ansari, G, K Oloomi, and B Eslami. 2004. "Microleakage Assessment of Pit and Fissure Sealant with and without the Use of Pumice Prophylaxis." *International Journal of Paediatric Dentistry* 14 (4): 272–78.
- Asmussen, Erik. 1977. "Penetration of Restorative Resins into Acid Etched Enamel. I: Viscosity, Surface Tension and Contact Angle of Restorative Resin Monomers." *Acta Odontologica Scandinavica* 35 (4): 175–82.
- Ballal, Suma, Savitha Seshadri, S Nandini, and Deivanayagam Kandaswamy. 2007. "Management of Class V Lesions Based on the Etiology." *Journal of Conservative Dentistry* 10 (4): 141.
- Barrancos Mooney, Julio, Patricio J Barrancos, and Pablo Agustín Varas. 2006. "Operatoria Dental: Integración Clínica." *Médica Panamericana*,.

- Barroso, Juliana Machado, Carolina Paes Torres, Fernanda Campos Rosetti Lessa, Jesus Djalma Pécora, Regina Guenka Palma-Dibb, and María Cristina Borsatto. 2005. "Shear Bond Strength of Pit-and-Fissure Sealants to Saliva-Contaminated and Noncontaminated Enamel." *Journal of Dentistry for Children* 72 (3): 95–99.
- Beltrán-Aguilar, E. D., Barker, L. K., Canto, M. T., Dye, B. A., Gooch, B. F., Griffin, S. O., ... & Centers for Disease Control and Prevention. 2005. Surveillance for dental caries, dental sealants, tooth retention, edentulism, and enamel fluorosis--United States, 1988-1994 and 1999-2002.
- Bartlett, J D, and J P Simmer. 1999. "Proteinases in Developing Dental Enamel." *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine* 10 (4): 425–41.
- Besinis, Alexandros, Tracy De Peralta, Christopher J Tredwin, and Richard D Handy. 2015. "Review of Nanomaterials in Dentistry: Interactions with the Oral Microenvironment, Clinical Applications, Hazards, and Benefits." *ACS Nano* 9 (3): 2255–89.
- Bezerra, D S. 2008. "Tratado de Odontopediatria: Sellantes de Fosas y Fisuras." *Caracas-Venezuela: Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica*.
- Bödecker, Charles F, and Henry W C Bödecker. 1929. "The Bacterial Destruction of Dental Enamel." *Journal of Dental Research* 9 (1): 37–53.
- Bordoni, Noemí, Alfonso Escobar, and Ramón Castillo Mercado. 2010. *Odontología Pediátrica/Pediatric Dentistry: La Salud Bucal Del Niño y El Adolescente En El Mundo Actual/The Oral Health of Children and Adolescents in Today's World*. Ed. Médica Panamericana.
- Bowen, Rafael L. 1962. "Dental Filling Material Comprising Vinyl Silane Treated Fused Silica and a Binder Consisting of the Reaction Product of Bis Phenol and Glycidyl Acrylate." Google Patents.

- Buonocore, Michael G. 1955. "A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces." *Journal of Dental Research* 34 (6): 849–53.
- Chieruzzi, Manila, Stefano Pagano, Silvia Moretti, Roberto Pinna, Egle Milia, Luigi Torre, and Stefano Eramo. 2016. "Nanomaterials for Tissue Engineering in Dentistry." *Nanomaterials* 6 (7): 134.
- Clark, Taylor M, and John A Yagiela. 2010. "Advanced Techniques and Armamentarium for Dental Local Anesthesia." *Dental Clinics* 54 (4): 757–68.
- Cueto, Eriberto I, and Michael G Buonocore. 1967. "Sealing of Pits and Fissures with an Adhesive Resin: Its Use in Caries Prevention." *The Journal of the American Dental Association* 75 (1): 121–28.
- Deery, Chris. 2013. "Strong Evidence for the Effectiveness of Resin Based Sealants." *Evidence-Based Dentistry* 14 (3): 69–70.
- Delgado-Angulo, Elsa Karina, Eduardo Bernabé Ortiz, and Pablo César Sánchez-Borjas. 2005. "Análisis de Supervivencia de Sellantes y Restauraciones ART Realizados Por Estudiantes de Pregrado." *Revista Estomatológica Herediana* 15 (2): 119–23.
- Diéguez, Francisco J Pascual'Eduardo, Carlos J Vela, and José M Visuerte. 2009. *Selladores de Fosas y Fisuras Para Higienistas Dentales: Indicaciones y Técnicas de Colocación*. Ideaspropias Editorial SL.
- Dominick, Paola. 1981. "Odontología Preventiva." *Editorial MundiSaic. Buenos Aires, Argentina*.
- Espinosa, Roberto, Roberto Valencia, Mario Uribe, Israel Ceja, and Marc Saadia. 2008. "Enamel Deproteinization and Its Effect on Acid Etching: An in Vitro Study." *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 33 (1): 13–19.

- Espinoza Solano, Miguel, and Roberto Antonio León-Manco. 2015. "Prevalencia y Experiencia de Caries Dental En Estudiantes Según Facultades de Una Universidad Particular Peruana." *Revista Estomatológica Herediana* 25 (3): 187–93.
- Felszeghy, Szabolcs, Krisztina Holló, László Módis, and Mikko J Lammi. 2000. "Type X Collagen in Human Enamel Development: A Possible Role in Mineralization." *Acta Odontologica Scandinavica* 58 (4): 171–76.
- Fernandes, Sérgio Augusto, Flávio Vellini-Ferreira, Helio Scavone-Junior, and Rívea Inês Ferreira. 2011. "Crown Dimensions and Proximal Enamel Thickness of Mandibular Second Bicuspid." *Brazilian Oral Research* 25 (4): 324–30.
- Frank, R M, and J Nalbandian. 1989. "Structure and Ultrastructure of Dentine." In *Teeth*, 173–247. Springer.
- Frencken, J E, and J Wolke. 2010. "Clinical and SEM Assessment of ART High-Viscosity Glass-Ionomer Sealants after 8–13 Years in 4 Teeth." *Journal of Dentistry* 38 (1): 59–64.
- Frencken, Jo, E Van Amerogen, Prathip Phantumvanit, Yupin Songpaisan, and T Pilot. 1997. "Manual for the Atraumatic Restorative Treatment Approach to Control Dental Caries." *Dental Health International Nederland*. ISBN90-803296-1-4.
- Garone Filho, Wilson, Valquíria Abreu e Silva, Gilberto Henostroza Haro, and Natalia Henostroza Quintans. 2010. *Lesiones No Cariosas: El Nuevo Desafío de La Odontología*.
- Gillcrist, James A, Michelle P Vaughan, George N Plumlee Jr, and George Wade. 1998. "Clinical Sealant Retention Following Two Different Tooth-cleaning Techniques." *Journal of Public Health Dentistry* 58 (3): 254–56.

- Going, Robert E, Larry D Haugh, David A Grainger, and Anthony J Conti. 1977. "Four-Year Clinical Evaluation of a Pit and Fissure Sealant." *The Journal of the American Dental Association* 95 (5): 972–81.
- Guerra Gonzalez, Diego Andrés. n.d. "Evaluación Del Espesor Del Esmalte En Primeras Premolares y Primeras Molares Permanentes."
- Harris, N Y García. n.d. "F.(2001) Odontología Preventiva Primaria." *Editorial Manual Moderno. México.*
- He, Bing, Shengbin Huang, Chaoliang Zhang, Junjun Jing, Yuqing Hao, Liying Xiao, and Xuedong Zhou. 2011. "Mineral Densities and Elemental Content in Different Layers of Healthy Human Enamel with Varying Teeth Age." *Archives of Oral Biology* 56 (10): 997–1004.
- Henostroza, Gilberto. 2003. "Adhesión En Odontología Restauradora." *Libro. Primera Edición. Brasil: Editora Maio.*
- Heredia, Carlos. 1998. "Sellantes de Fosas y Fisuras: Revisión de Las Técnicas de Aplicación Clínica." *Rev. Estomatol. Hered*, 36–39.
- Hernández, M J Gloria. 1994. "Proceso de Disolución in Vitro Del Esmalte Dental Humano Durante Un Ataque Ácido." Tesis de licenciatura. Facultad de Odontología, UNAM.
- HYATT, THADDEUS P. 1923. "Prophylactic Odontomy, the Cutting into the Teeth for the Prevention of Disease." *Dent. Cos.* 65: 234–41.
- Jager, S, R Balthazard, A Dahoun, and E Mortier. 2016. "Filler Content, Surface Microhardness, and Rheological Properties of Various Flowable Resin Composites." *Operative Dentistry* 41 (6): 655–65.
- Joubert, Caroline, David Piquemal, Benjamin Marie, Laurent Manchon, Fabien Pierrat, Isabelle Zanella-Cléon, Nathalie Cochenec-Laureau, Yannick Gueguen, and Caroline Montagnani. 2010. "Transcriptome and Proteome

- Analysis of *Pinctada Margaritifera* Calcifying Mantle and Shell: Focus on Biomineralization.” *BMC Genomics* 11 (1): 613.
- Koch, Goran, and Sve Poulsen. 2011. *Odontopediatría: Abordaje Clínico/Pediatric Dentistry*. AMOLCA,.
- Kuşgöz, Adem, Tamer Tüzüner, Mustafa Ülker, Barış Kemer, and Onur Saray. 2010. “Conversion Degree, Microhardness, Microleakage and Fluoride Release of Different Fissure Sealants.” *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 3 (8): 594–99.
- Lanata, Eduardo Julio, and Máximo Juanpról Giglio. 2003. *Operatoria Dental*. Grupo Guía,.
- Maldonado, Alfonso, John W Osborne, and James B Summitt. 2000. “¿ Es Actualmente La Extensión Por Prevención Un Concepto Valido?” *Acta Odontológica Venezolana* 38 (3): 53–60.
- McDonald, Ralph E, David R Avery, and Joege Frydman. 1990. *Odontología Pediátrica y Del Adolescente*. Editorial Médica Panamericana.
- MEJÀRE*, INGEGERD, and IVAR A MJÖR. 1990. “Glass Ionomer and Resin-based Fissure Sealants: A Clinical Study.” *European Journal of Oral Sciences* 98 (4): 345–50.
- Mickenautsch, S, and E S Grossman. 2008. “Atraumatic Restorative Treatment (ART)–Factors Affecting Success.” *Journal of Minimum Intervention in Dentistry* 1 (2): 6.
- Moncayo Muñoz, Rafael Humberto. 2015. “Uso de La Solución de Diamino Fluoruro de Plata Al 12% En 30% de Medio Amoniaco Como Agente Inhibidor de La Caries Dental En Pacientes Menores de 6 Años de La Facultad Piloto de Odontología.”

- Mooney, Julio Barrancos, and Patricio J Barrancos. 2006. *Operatoria Dental/Dental Operation: Integracion Clinica/Clinical Integration*. Ed. Médica Panamericana.
- Mount, Graham J, and W R Hume. 1999. *Conservación y Restauración de La Estructura Dental*. Harcourt Brace,.
- Naaman, Reem, Azza A El-Housseiny, and Najlaa Alamoudi. 2017. "The Use of Pit and Fissure Sealants—A Literature Review." *Dentistry Journal* 5 (4): 34.
- Nicolas, Emmanuel, Marion Bessadet, Valerie Collado, Pilar Carrasco, Valerie Rogerleroi, and Martine Hennequin. 2010. "Factors Affecting Dental Fear in French Children Aged 5–12 Years." *International Journal of Paediatric Dentistry* 20 (5): 366–73.
- Özcan, Mutlu, Mine Dünder, and M Erhan Çömlekoğlu. 2012. "Adhesion Concepts in Dentistry: Tooth and Material Aspects." *Journal of Adhesion Science and Technology* 26 (24): 2661–81.
- Padilla, Ilse. 2018. "Evaluación in Vitro de La Fuerza de Adhesión de Selladores de Fosetas y Fisuras Con Diferentes Partículas de Relleno.," January.
- Padrón, Ma de los Ángeles Gil, Mabel Sáenz Guzmán, Dayana Hernández, and Erika González. 2002. "Los Sellantes de Fosas y Fisuras: Una Alternativa de Tratamiento" Preventivo o Terapéutico" Revisión de La Literatura." *Acta Odontológica Venezolana* 40 (2): 193–200.
- Park, Kitae, Maria Georgescu, Warren Scherer, and Alan Schulman. 1993. "Comparison of Shear Strength, Fracture Patterns, and Microleakage among Unfilled, Filled, and Fluoride-Releasing Sealants." *Pediatric Dentistry* 15: 418.
- Park, S, J B Quinn, E Romberg, and D Arola. 2008. "On the Brittleness of Enamel and Selected Dental Materials." *Dental Materials* 24 (11): 1477–85.

- Park, Saejin, Duck H Wang, Dongsheng Zhang, Elaine Romberg, and Dwayne Arola. 2008. "Mechanical Properties of Human Enamel as a Function of Age and Location in the Tooth." *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* 19 (6): 2317–24.
- Pascon, Fernanda Miori, Kamila Rosamilia Kantovitz, Angela Scarparo Caldo-Teixeira, Ana Flávia Sanches Borges, Tatiana Nunes Silva, Regina Maria Puppim-Rontani, and Franklin Garcia-Godoy. 2006. "Clinical Evaluation of Composite and Compomer Restorations in Primary Teeth: 24-Month Results." *Journal of Dentistry* 34 (6): 381–88.
- Phantumvanit, Prathip, Yupin Songpaisan, Taco Pilot, and Jo E Frencken. 1996. "Atraumatic Restorative Treatment (ART): A Three-year Community Field Trial in Thailand—Survival of One-surface Restorations in the Permanent Dentition." *Journal of Public Health Dentistry* 56 (3): 141–45.
- Reyes-Gasga, J, R Garcia G, and L Vargas-Ulloa. 1997. "In-Situ Observation of Fractal Structures and Electrical Conductivity in Human Tooth Enamel." *Philosophical Magazine A* 75 (4): 1023–40.
- Rioboo, Rafael. 2002. *Odontología Preventiva y Odontología Comunitaria*. Ediciones Avances Médico-Dentales.
- Robles, Maria J, Matilde Ruiz, Manuel Bravo-Perez, Encarnación González, and Maria A Peñalver. 2013. "Prevalence of Enamel Defects in Primary and Permanent Teeth in a Group of Schoolchildren from Granada (Spain)." *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal* 18 (2): e187.
- Rodrigues Sousa, M D L, L O C Guimaraes, M P A Mayer, and F Zelante. 1995. "Caries Risk: Relation between Caries Incidence and Clinical Variables." *REVISTA DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SAO PAULO* 9: 235–37.

- Schwartz, R, J Summitt, and J Robbins. 1999. "Fundamentos En Odontología Operatoria. Un Logro Contemporáneo." Colombia: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, CA.
- Silva, Léa Assed Bezerra da, and Sada Assed. 2008. *Tratado de Odontopediatría*. Amolca.
- Silverstone, L M, C A Saxton, I Leon Dogon, and Ole Fejerskov. 1975. "Variation in the Pattern of Acid Etching of Human Dental Enamel Examined by Scanning Electron Microscopy." *Caries Research* 9 (5): 373–87.
- Simancas Pereira, Janet. 2007. "Microfiltración y Capacidad de Penetración de Los Selladores de Fosas y Fisuras: Influencia de La Técnica de Aplicación." *Rev. Ateneo Argent. Odontol*, 28–33.
- Simonsen, Richard J. 1987. "Retention and Effectiveness of a Single Application of White Sealant after 10 Years." *The Journal of the American Dental Association* 115 (1): 31–36.
- Singh, Nitin, Govind Agrawal, A Subhash. 2002. "Pit and Fissure Sealant: Review of the Literature." *Pediatric Dentistry* 24 (5): 393–414.
- Singh, Nitin, Govind Agrawal, A Subhash, S Suneela, Aparna S Barabde, and G Ajay Kumar. 2013. "A Comparative Evaluation of Shear Bond Strength of Different Pits and Fissure Sealants: An in Vitro Study." *J Contemp Dent Pract* 14 (5): 917–23.
- Sivisaca Armijos, Verónica Janeth. 2013. "Diagnóstico de Salud Bucodental y Factores de Riesgo En Los Centros Educativos Colegio Nacional Mixto Vilcabamba y En El Jardín Antonio Peña Celi de La Parroquia Rural de Vilcabamba Del Cantón Loja Año 2013."
- Sreedevi, A., Brizuela, M., & Mohamed, S. 2022. Pit and Fissure Sealants. In StatPearls. StatPearls Publishing.

- Stefanello Busato, Adair Luiz, Pedro Antonio González-Hernández, and Ricardo Prates Macedo. 2005. *Odontología Restauradora y Estética*. Amolca,.
- Sturdevant, Clifford M, Theodore M Roberson, Harald O Heymann, John R Sturdevant, and Bascones Martínez. 1996. "Operatoria Dental: Arte y Ciencia." Harcourt Brace,.
- Theodoridou-Pahini, S, K Tolidis, and Y Papadogiannis. 1996. "Degree of Microleakage of Some Pit and Fissure Sealants: An in Vitro Study." *International Journal of Paediatric Dentistry* 6 (3): 173–76.
- Veintimilla Lozada, Virginia Natalia. 2014. "Estudio in Vitro de La Microfiltración de Un Sellante Resinoso de Fosas y Fisuras Mediante La Aplicación Previa de Varias Técnicas Profilácticas."
- Velásquez, Camilo Alberto Rivera, Alexander Ossa, and Dwayne Arola. 2013. "Fragilidad y Comportamiento Mecánico Del Esmalte Dental." *Revista Ingeniería Biomédica* 6 (12): 10–16.
- Vieira, Ana Luiza Falavinha, Nildiceli Leite Melo Zanella, Eduardo Bresciani, Terezinha de Jesus Esteves Barata, Salete Moura Bonifácio da Silva, Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado, and Maria Fidela de Lima Navarro. 2006. "Evaluation of Glass Ionomer Sealants Placed According to the ART Approach in a Community with High Caries Experience: 1-Year Follow-Up." *Journal of Applied Oral Science* 14 (4): 270–75.
- Waggoner, W F, and Mark Siegal. 1996. "Aplicación de Selladores de Fosas y Fisuras: Puesta Al Día de La Técnica." *Archivos de Odontoestomatología* 12 (7): 265–378.
- Walker, J, K Floyd, J Jakobsen, and J R Pinkham. 1996. "The Effectiveness of Preventive Resin Restorations in Pediatric Patients." *ASDC Journal of Dentistry for Children* 63 (5): 338–40.

- White, S N, W Luo, M L Paine, H Fong, M Sarikaya, and M L Snead. 2001. "Biological Organization of Hydroxyapatite Crystallites into a Fibrous Continuum Toughens and Controls Anisotropy in Human Enamel." *Journal of Dental Research* 80 (1): 321–26.
- Wright, John T, Malavika P Tampi, Laurel Graham, Cameron Estrich, James J Crall, Margherita Fontana, E Jane Gillette, Brian B Nový, Vineet Dhar, and Kevin Donly. 2016. "Sealants for Preventing and Arresting Pit-and-Fissure Occlusal Caries in Primary and Permanent Molars." *Pediatric Dentistry* 38 (4): 282–308.
- Young, D. A., Nový, B. B., Zeller, G. G., Hale, R., Hart, T. C., Truelove, E. L., ... & Beltran-Aguilar, E. (2015). The American Dental Association caries classification system for clinical practice: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *The Journal of the American Dental Association*, 146(2), 79-86.